

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-102409

(43)Date of publication of application : 15.04.1997

(51)Int.Cl.

H01F 1/24
C08K 3/08
C08L 63/00
// H02K 1/02

(21)Application number : 07-255300

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI POWDERED METALS CO LTD

(22)Date of filing : 02.10.1995

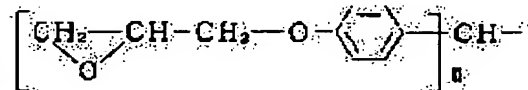
(72)Inventor : KOYAMA TORU
SHIRAHAMA HIDEFUMI
GOTO KAZUO
TANAKA CHIKARA
ASAKA KAZUO
MIYAO HIROSHI

(54) RESIN COMPOSITION FOR DUST CORE, DUST CORE, REACTOR, AND ELECTRIC DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a dust core with a high effective permeability and a high magnetic flux density by adding to a metallic magnetic powder covered with an inorganic insulation layer a thermosetting resin composition including an epoxy resin with specific chemical structure of specified weight percentage and by forming and curing it thereafter.

SOLUTION: A metallic magnetic powder of 99.5 to 92.0 in weight percentage of Fe-Al alloy powder such as atomized iron powder covered with an inorganic insulation film is added and mixed with a 5 to 8wt.% thermosetting resin composition including an epoxy resin of 100 to 50 weight part having a heat resistance of more than F kinds as represented by a general formula and an epoxy resin of 0 to 50 weight part having two p-(2,3-epoxypropoxy)phenyl groups, and it is formed under a pressure of 100 to 800Mpa by a powder forming press while heating it at $\leq 300^{\circ}\text{C}$ for hardening. Thus, even when it is kept at 155°C for 5000 hours, mutual insulation among metallic magnetic powder particles can be kept and its specific resistance becomes 0.1 to $10\Omega\text{cm}$, thereby suppressing an increase in eddy current loss.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application]

BEST AVAILABLE COPY

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

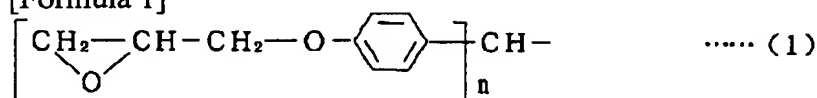
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] (A) the following general formula (1) containing three or more p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl groups

-- [Formula 1]



式中、nは3以上の整数である。

0.5 - 8.0 % of the weight of thermosetting resin constituents which come out and contain at least the polyfunctional epoxy resin 100 - 50 weight sections which are expressed, and the bifunctional epoxy resin 0 - 50 weight sections which have two p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl groups, the resin constituent for dust cores containing 99.5 - 92.0 % of the weight of metal magnetism powder which carried out (B) inorganic insulation coat processing.

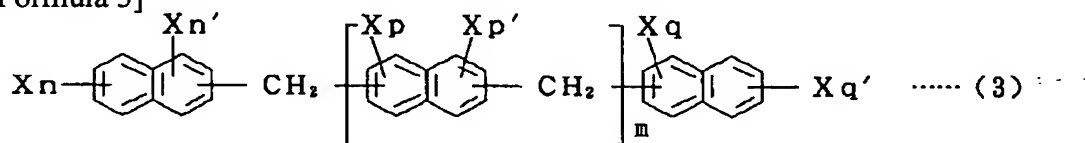
[Claim 2] (A) the following general formula (2) (3) (4) -- [Formula 2] [or]



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{\text{CH}}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、mは1、2又は3である。

[Formula 3]



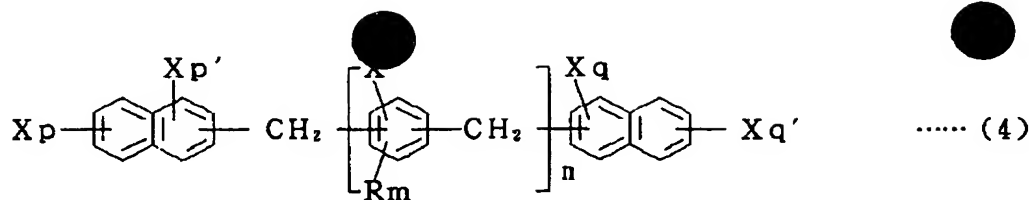
式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{\text{CH}}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、n'、p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、n及びn'、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

nは0、1又は2である。

[Formula 4]



式中、Xは $-O-CH_2-\underset{\text{O}}{\underset{|}{CH}}-CH_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

Rは炭素数1～10のアルキル基を示す。mは0、1又は2であり、nは1、2又は3である。

p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

0.5 - 8.0 % of the weight of thermosetting resin constituents which contain the epoxy resin which comes out and has the naphthalene frame expressed at least, the resin constituent for dust cores containing 99.5 - 92.0 % of the weight of metal magnetism powder which carried out (B) inorganic insulation coat processing.

[Claim 3] (A) 0.5 - 8.0 % of the weight of amino maleimide, the resin constituent for dust cores containing 99.5 - 92.0 % of the weight of metal magnetism powder which carried out (B) inorganic insulation coat processing.

[Claim 4] (A) 0.5 - 5.0 % of the weight of amino maleimide, the resin constituent for dust cores containing 99.0 - 90.0 % of the weight of metal magnetism powder which carried out 5.0 % of the weight and (B) epoxy resin 0.5-(C) inorganic insulation coat processing.

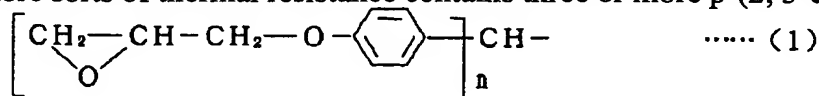
[Claim 5] (A) 0.5 - 8.0 % of the weight of resin constituents which contain the bismaleimide 100 weight section, and the diaryl bisphenols 50 - the 100 weight sections at least, the resin constituent for dust cores containing 99.5 - 92.0 % of the weight of metal magnetism powder which carried out (B) inorganic insulation coat processing.

[Claim 6] (A) 0.5 - 8.0 % of the weight of resin constituents which contain the bismaleimide 100 weight section, the diaryl bisphenols 50 - the 100 weight sections, and the polyfunctional epoxy resin 0 - the 100 weight sections at least, the resin constituent for dust cores containing 99.5 - 92.0 % of the weight of metal magnetism powder which carried out (B) inorganic insulation coat processing.

[Claim 7] Metal magnetism powder and the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid are mixed. the mixture which formed in this metal magnetism powder the vitrified insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component -- preparing -- this -- with the 1st process which is made to dry a mixture and removes moisture The 2nd process which is added and mixed and carries out solidification molding of the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance in 99.5 - 92.0 % of the weight of dried this mixtures by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press 0.5 to 8.0% of the weight, The manufacture approach of the dust core characterized by having the 3rd process which carries out heat hardening of this solidification molding object at the temperature of 300 degrees C or less.

[Claim 8] In the dust core which mixes a binder, and comes [which carries out and pressurization-casts] to carry out heat hardening after forming an insulating coat in metal magnetism powder P from which this insulating coat processed metal magnetism powder, and was obtained with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid, It is the inorganic insulation coat which uses Mg, B, and Fe as an indispensable component, and this binder is the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance. The dust core characterized by for this pressurization molding being pressurization molding by the pressure of 100-800MPa of a powder moulding press, and this heat hardening being the heat hardening by the temperature of 300 degrees C or less.

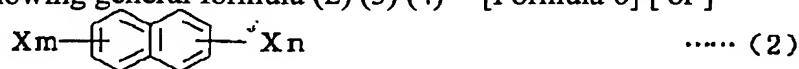
[Claim 9] this -- the following general formula (1) in which the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance contains three or more p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl groups -- [Formula 5]



式中、nは3以上の整数である。

The dust core according to claim 8 characterized by being the thermosetting resin constituent which comes out and contains at least the polyfunctional epoxy resin 100 - 50 weight sections which are expressed, and the bifunctional epoxy resin 0 - 50 weight sections which have two p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl groups.

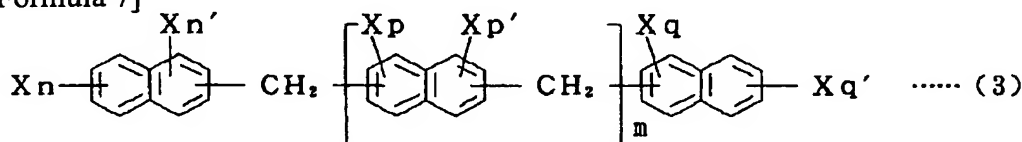
[Claim 10] this -- the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance -- the following general formula (2) (3) (4) -- [Formula 6] [or]



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、mは1、2又は3である。

[Formula 7]



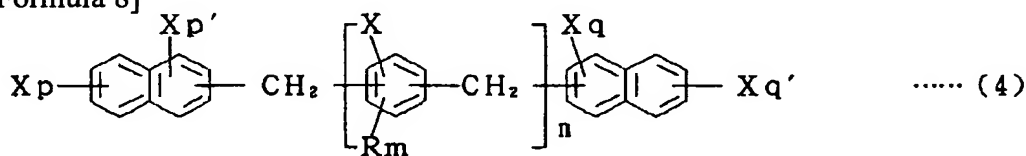
式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、n'、p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、n及びn'、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

nは0、1又は2である。

[Formula 8]



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

Rは炭素数1~10のアルキル基を示す。mは0、1又は2であり、nは1、2又は3である。

p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

The dust core according to claim 8 characterized by being the thermosetting resin constituent which contains the epoxy resin which comes out and has the naphthalene frame expressed at least.

[Claim 11] this -- the dust core according to claim 8 characterized by the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance being a thermosetting resin constituent which contains amino maleimide at least.

[Claim 12] this -- the dust core according to claim 8 characterized by the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance being a thermosetting resin constituent which contains bismaleimide at least.

[Claim 13] The dust core according to claim 8 where this metal magnetism powder that carried out inorganic insulation coat processing is characterized by being the metal magnetism powder of 7-10 whenever flat.

[Claim 14] The dust core characterized by being the dust core which mixes a binder, and coat processing of the metal magnetism powder is carried out by the insulating agent, and comes [which carries out and pressurization-casts] to carry out heat hardening, and the iron loss in 0.5 teslas after holding at 155 degrees C

for 5000 hours, and 15kHz being 15 or less times of the first stage.

[Claim 15] The dust core characterized by being the dust core which mixes a binder, and coat processing of the metal magnetism powder is carried out by the insulating agent, and comes [which carries out and pressurization-casts] to carry out heat hardening, and the specific resistance after holding at 155 degrees C for 5000 hours being 0.05 or more times of the first stage.

[Claim 16] The dust core whose flux density after holding at 155 degrees C for 5000 hours it is the dust core which mixes a binder, and coat processing of the metal magnetism powder is carried out by the insulating agent, and comes [which carries out and pressurization-casts] to carry out heat hardening, and is one teslas or more in the range of 50Hz - 500kHz frequency.

[Claim 17] In the reactor which has an iron core core and a coil, metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed The reactor which used as the iron core core the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less while adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press.

[Claim 18] In the reactor which has an iron core core and a mold coil, metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed The reactor which used as the iron core core the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less while adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press.

[Claim 19] The reactor according to claim 18 characterized by being the coil which this mold coil has F or more sorts of thermal resistance, and carried out mold by the mold resin whose heat conductivity is 2-4W/km.

[Claim 20] The reactor according to claim 18 characterized by arranging the insulating material whose thermal conductivity is 0.2-4W/km between this iron core core and this mold coil.

[Claim 21] The reactor which used as the iron core core the dust core whose iron loss in 0.5 teslas after holding at 155 degrees C for 5000 hours, and 15kHz is 15 or less times of the first stage in the reactor which has an iron core core and a coil.

[Claim 22] The reactor which used as the iron core core the dust core whose specific resistance after holding at 155 degrees C for 5000 hours is 0.05 or more times of the first stage in the reactor which has an iron core core and a coil.

[Claim 23] The reactor with which the flux density after holding at 155 degrees C for 5000 hours used as the iron core core the dust core which is one teslas or more in the range of 50Hz - 500kHz frequency in the reactor which has an iron core core and a coil.

[Claim 24] In the solid state switch which has the series circuit of a solid state switch component and a reactor Metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed The solid state switch which used as the iron core core of a reactor the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less while adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press.

[Claim 25] Metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed While adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press The direct-current-power-transmission bulb using the solid state switch which used as the iron core core of a reactor the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less.

[Claim 26] Metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed While adding the thermosetting

resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press The quiescence mold reactive power compensator using the solid state switch which used as the iron core core of a reactor the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less.

[Claim 27] Metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed While adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press The thyristor motor using the solid state switch which used as the iron core core of a reactor the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less.

[Claim 28] In the rotating-machine stator equipped with the lead wire for connecting with the iron core core which has two or more slots, two or more coils contained in this slot, and these two or more coils electrically Metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed The rotating-machine stator characterized by using as an iron core core the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less while adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press.

[Claim 29] In the rotating machine which has the stator equipped with the lead wire for connecting with the iron core core which has two or more slots, two or more coils contained in this slot, and these two or more coils electrically, and a rotator Metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed The rotating machine characterized by using as the iron core core of a stator the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less while adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press.

[Claim 30] In the transformer which has a primary coil, a secondary coil, and an iron core core Metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed The transformer characterized by using as an iron core core the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less while adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to electrical machinery and apparatus, such as a reactor which used it for the resin constituent for dust cores which can make the dust core which has high thermal resistance, the high effective permeability in a RF, and high flux density, the dust core, and the list, a thyristor bulb, a motor, and a transformer.

[0002]

[Description of the Prior Art] The power rectifier (rectifier) which changes an alternating current into a direct current, the power inverter which changes a direct current into an alternating current (inverter), The alternating current power regulation unit which controls the alternating current power sent to a load from an alternating current, the power converter which changes the alternating current of a certain frequency into the alternating current of a different frequency, In electrical machinery and apparatus, such as a direct-current converter which changes direct current power into the direct current power of a different electrical potential difference, or a non-contact breaker As the electrical circuit component, the reactor for turn-on stress relaxation connected to this, the commutating reactor, the reactor for energy accumulation, or the transformer for matching is used for the solid-state-switching component list represented by a thyristor or the transistor. The layer-built iron core which carried out the laminating of a thin magnetic steel sheet or a thin permalloy etc. which gave layer insulation as an iron core which constitutes such a reactor and a transformer was used.

[0003] However, to an above-mentioned reactor and an above-mentioned transformer, the current which has the high-frequency component which exceeds 500kHz(s) depending on the case from several 10 kHz(s) which are frequencies far higher than the switching frequency other than the current which has the period of a switching frequency may flow with switching of a semi-conductor. Although a layer-built iron core shows the electrical property which was excellent in the commercial frequency band, in a high-frequency band, its iron loss of an iron core is remarkable. It has the property in which magnetizing force stops being able to change easily due to the skin effect of an iron core ingredient as it goes into the interior from the front face of the plate which eddy current loss increases in proportion to the square of a frequency, and forms an iron core especially.

[0004] Therefore, rather than the saturation magnetic flux density which the iron core ingredient itself originally has in the high-frequency band, a layer-built iron core can be used only with far low flux density, but has the problem that eddy current loss is also very large. for this reason , when use a layer-built iron core for the reactor for turn-on stress relaxation connected to the solid state switching component list in which a high frequency current flow at this , a commutating reactor , the reactor for energy accumulation , or the transformer for matching , in order to compensate the effective permeability and flux density , the iron core itself had to be enlarged , iron loss became large in connection with it , and since the die length of the coil currently wind around the iron core became long , there be a fault that copper loss also became large .

[0005] On the other hand, as a magnetic material for RFs, there is a soft ferrite used abundantly in recent years. Although this soft ferrite was excellent in the RF property as compared with said magnetic steel sheet and its iron loss value was also low, there was a fault that flux density was low. Therefore, development of the iron core where flux density is high was strongly desired highly [the effective permeability] by the RF. Moreover, after mixing metal magnetism powder with an organic insulating binder, the dust core which carries out pressurization molding, is made to carry out heat hardening of the binder if needed further, and is acquired is known. This dust core can expect good frequency characteristics, if two of "insulating making the electric

resistance of metal magnetism powder high, optimizing a powder particle dimension and making small the eddy current in a metal magnetism powder particle and (2) powder particle mutually, abolishing direct contact of a particle, and making small eddy current loss of the whole iron core" are realizable. [(1)] Moreover, if the magnetic opening between powder particles can be made small using the high metal magnetism powder of saturation magnetic flux density and the space factor of magnetic powder can be made high, while having the high effective permeability in a RF, the dust core which has high flux density can be acquired, and it becomes useful to the iron core which constitutes an above-mentioned reactor and an above-mentioned transformer. [0006] Then, examination of a dust core has come to be performed briskly in recent years. As well as the first stage, also after holding at the temperature of 155 degrees C for 5000 hours, a metal magnetism powder particle is insulated mutually, and a key point when putting a dust core in practical use in the above-mentioned reactor is that there is little iron loss. Various dust cores are proposed based on such the point. Metal magnetism powder with organic insulating binders, such as an epoxy resin and a fluoro-resin, as indicated by JP,59-50138,A and JP,62-169402,A For example, compression molding, Metal magnetism powder is covered with inorganic substance insulating layers, such as water glass which uses silicate of soda as a principal component as indicated by the dust core and JP,55-130103,A which were covered. Furthermore, it heat-treats in the dust core which covered the organic substance insulating layer on it, and the ambient atmosphere which contains oxygen as indicated by JP,60-65509,A. The dust core which added the organic insulating binder to the metal magnetism powder which made the front face generate insulating oxide, and carried out compression molding, As electric insulation inorganic compound powder is covered on a metal magnetism powder front face as indicated by JP,61-82402,A, and indicated by the dust core and JP,06-11008,A which carried out compression molding with the organic insulating binder As indicated by the dust core and JP,1-51046,B which added the organic binder of the electric insulation which added inorganic compound powder to the metal magnetism powder processed and insulated with the silane system and the titanium system surfactant, and carried out compression molding As the fixing resin of electric insulation is added to the metal magnetism powder which carried out the covering insulation by phosphoric ester and it is indicated by the dust core and JP,06-260319,A which carried out compression molding It processes with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. P, Mg, While adding an epoxy resin, imide resin, a fluoro-resin, etc. to the metal magnetism powder which covered the vitrified insulating layer which uses B and Fe as an indispensable component, mixing to it and carrying out solidification molding with a powder moulding press, there is a dust core annealed and acquired at 400-600 degrees C.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] A metal magnetism powder particle is insulated mutually, iron loss has little specific resistance in 0.1-10-ohmcm, and some flux density indicates one teslas or more to be in the range whose frequency is 50Hz - 500kHz are also in the above dust core. However, when held at 155 degrees C for 5000 hours, the insulation between metal magnetism powder particles became inadequate, insulating specific resistance fell, and any dust core had the trouble that iron loss increased.

[0008] The purpose of this invention solves the above-mentioned trouble, even if it holds it at 155 degrees C for 5000 hours, it can maintain the insulation between metal magnetism powder particles, it has the specific resistance value of 0.1-10-ohmcm, there is little iron loss, it manufactures the dust core which shows one teslas or more in the range whose flux density is the frequency of 50Hz - 500kHz, and is to apply this to electrical machinery and apparatus, such as a coil, a reactor, a thyristor bulb, a motor, and a transformer,.

[0009]

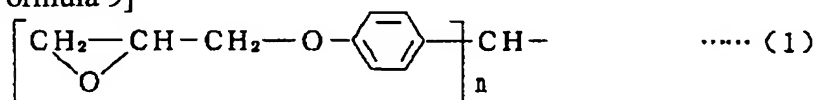
[Means for Solving the Problem] As a result of this invention persons' examining various the class of the class of metal magnetism powder, a configuration and particle size distribution, and insulating coat, an amount, the class of binder and an amount, molding solidification processes, heat hardening processes, etc. in view of the above-mentioned technical problem, it found out that a problem was in the class of insulating coat of metal magnetism powder, an amount, the class of binder and an amount, and a heat hardening process. Especially, the vitrified insulating layer which uses as an indispensable component P, Mg, B, and Fe which processed magnetic powder and were obtained with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid found out the desirable thing from a heat-resistant viewpoint as an insulating coat of metal magnetism powder.

[0010] In invention given in JP,06-260319,A Metal magnetism powder and the mixed liquor containing

phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid are mixed. the mixture which formed in this metal magnetism powder the vitrified insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component -- preparing -- this -- with the 1st process which is made to dry a mixture and removes moisture Although the dust core is manufactured through the 2nd process which adds an epoxy resin, imide resin, and a fluororesin to the dried this mixture, is mixed to it, and carries out solidification molding with a powder moulding press, and the 3rd process heated and annealed at 400-600 degrees C for 1 hour in order to remove distortion of this solidification molding object In this 3rd process, it turned out that a problem is for the epoxy resin and imide resin which are a binder, and a fluororesin to heat-deteriorate and decompose.

[0011] Consequently, the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance to the metal magnetism powder covered with the inorganic insulating layer which has thermal resistance is added. While mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 400-700MPa preferably 100 to 800 MPa with a powder moulding press The dust core preferably acquired by carrying out heat hardening below 250 degrees C 300 degrees C or less It turned out that the specific resistance after holding at 155 degrees C for 5000 hours shows 0.1-10-ohmcm, and becomes the excellent iron core of electrical machinery and apparatus, such as those with one teslas or more, a reactor, a thyristor bulb, a motor, and a transformer, in the range whose flux density is the frequency of 50Hz - 500kHz. following general formula (1) [0012 [namely,] in which this invention contains three or more (A) **p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl groups --]

[Formula 9]



式中、nは3以上の整数である。

[0013] 0.5 - 8.0 % of the weight of thermosetting resin constituents and the ** following general formula (2) which come out and contain at least the polyfunctional epoxy resin 100 - 50 weight sections which are expressed, and the bifunctional epoxy resin 0 - 50 weight sections which have two p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl groups (3) Or (4) [0014]

[Formula 10]

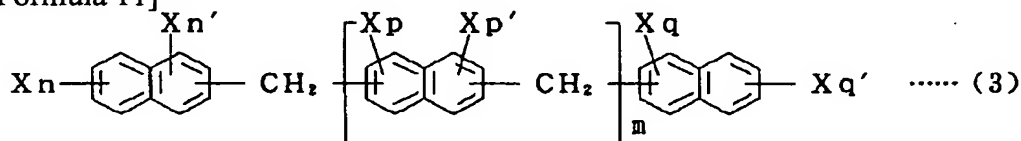


式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{O})-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、mは1、2又は3である。

[0015]

[Formula 11]



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{O})-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

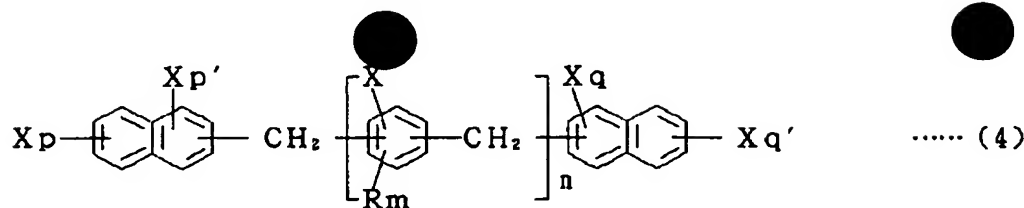
n、n'、p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、n及びn'、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

nは0、1又は2である。

[0016]

[Formula 12]



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

Rは炭素数1～10のアルキル基を示す。mは0、1又は2であり、nは1、2又は3である。

p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

[0017] 0.5 - 8.0 % of the weight of thermosetting resin constituents which contain the epoxy resin which comes out and has the naphthalene frame expressed at least, 0.5 - 8.0 % of the weight of ** amino maleimide, and the ** bismaleimide 100 weight section, 0.5 - 8.0 % of the weight of resin constituents which contain the diaryl bisphenols 50 - the 100 weight sections at least, and the ** bismaleimide 100 weight section, They are 0.5 - 8.0 % of the weight of resin constituents which contain the diaryl bisphenols 50 - the 100 weight sections, and the polyfunctional epoxy resin 0 - the 100 weight sections at least, and the resin constituent for dust cores which contains in a list 99.5 - 92.0 % of the weight of metal magnetism powder which carried out (B) inorganic insulation coat processing.

[0018] Moreover, this invention is a resin constituent for dust cores containing 99.0 - 90.0 % of the weight of metal magnetism powder which carried out 5.0 % of the weight and (A) amino maleimide 0.5-(B) epoxy resin 0.5-(C) inorganic insulation coat processing 5.0% of the weight.

[0019] Furthermore, this invention mixes metal magnetism powder and the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. the mixture which formed in this metal magnetism powder the vitrified insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component -- preparing -- this -- with the 1st process which is made to dry a mixture and removes moisture The 2nd process which is added and mixed and carries out solidification molding of the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance in 99.5 - 92.0 % of the weight of this dry mixtures by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press 0.5 to 8.0% of the weight, It is the manufacture approach of the dust core characterized by having the 3rd process which carries out heat hardening of this solidification molding object at the temperature of 300 degrees C or less.

[0020] Furthermore, after this invention forms an insulating coat in metal magnetism powder, it mixes a binder and sets it to the dust core which comes [which carries out and pressurization-casts] to carry out heat hardening. P from which this insulating coat processed metal magnetism powder, and was obtained with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid, It is the inorganic insulation coat which uses Mg, B, and Fe as an indispensable component, and this binder is the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance. This pressurization molding is pressurization molding by the pressure of 100-800MPa of a powder moulding press, and this heat hardening is the dust core characterized by being the heat hardening by the temperature of 300 degrees C or less.

[0021] Furthermore, this invention is a dust core which mixes a binder, and coat processing of the metal magnetism powder is carried out by the insulating agent, and comes [which carries out and pressurization-casts] to carry out heat hardening, and the iron loss in 0.5 teslas after holding at 155 degrees C for 5000 hours, and 15kHz is 15 or less times of the first stage, or specific resistance is 0.05 or more times of the first stage, or it is a dust core which is one teslas or more in the range whose flux density is the frequency of 50Hz - 500kHz.

[0022] Furthermore, this invention is set to the reactor which has an iron core core, a coil, or a mold coil. Metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed While adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure-of 100-800MPa with a powder moulding press, it is the reactor which used as the iron core core the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less.

[0023] Furthermore, in the reactor which has an iron core core and a coil, the iron loss in 0.5 teslas after holding at 155 degrees C for 5000 hours, and 15kHz is 15 or less times of the first stage, specific resistance is 0.05 or more times of the first stage, or this invention is the reactor which used as the iron core core the dust core which is one teslas or more in the range whose flux density is the frequency of 50Hz - 500kHz.

[0024] Furthermore, this invention is set to the solid state switch which has the series circuit of a solid state switch component and a reactor. Metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed While adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press They are the solid state switch which used as the iron core core of a reactor the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less, the direct-current-power-transmission bulb using it, a quiescence mold reactive power compensator, and a thyristor motor.

[0025] Furthermore, this invention is set to the rotating-machine stator equipped with the lead wire for connecting with the iron core core which has two or more slots, two or more coils contained in this slot, and these two or more coils electrically. Metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed While adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press It is the rotating machine which has the rotating-machine stator characterized by using as an iron core core the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less, and its stator and rotator.

[0026] Furthermore, this invention is set to the transformer which has a primary coil, a secondary coil, and an iron core core. Metal magnetism powder is processed with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid. To the insulating metal magnetism powder in which the inorganic insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component was formed While adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press, it is the transformer characterized by using as an iron core core the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less.

[0027] Hereafter, this invention is explained to a detail. You may use it, although a part for atomization iron powder and electrolytic iron, the Sendust powder, the Fe-Si alloy powder represented by Fe-3Si, a Fe-aluminum alloy powder, a Fe-Si-aluminum alloy powder, a Fe-nickel alloy powder, a Fe-Co alloy powder, Fe radical, or Co radical amorphous alloy is mentioned as metal magnetism powder used for this invention, in addition as long as it is used as an iron core ingredient from the former. These metal magnetism powder is respectively used by independent or mixed stock. It is [among these] desirable to use a high grade atomizing powder from the relation of flux density.

[0028] Since the eddy current which flows in metal magnetism powder is confined in a minute region, it is desirable to carry out pulverization of the above-mentioned metal magnetism powder. Especially the mean particle diameter of metal magnetism powder has desirable 5-150 micrometers 2.5-450 micrometers. In order to hold permeability highly, it is necessary to decrease the magnetic opening between metal magnetism powder as much as possible, and it needs to carry out densification. The filling factor of metal magnetism powder is governed by a fill, particle size distribution, and the configuration. The filling factor of metal magnetism powder is that metal magnetism powder is a mono dispersion article in fines in a low inclination. Therefore, in order to carry out high density restoration of the metal magnetism powder, it is necessary to make large the particle size distribution of metal magnetism powder. What is necessary is just to mix metal magnetism powder with large mean particle diameter, and metal magnetism powder with small mean particle diameter in it. If impalpable powder, especially spherical impalpable powder with a mean particle diameter of 0.1-0.9 micrometers are added one to 10% of the weight to metal magnetism powder, a fluidity becomes good sure enough and it can be high-filled up with the duty of the koro. When using iron powder as metal magnetism powder, it is desirable to set the consistency of a dust core to 6.4-6.7.

[0029] Since it is located in a line with the compression direction and a perpendicular direction at the time of

pressurization molding, as for metal magnetism powder, it is desirable to carry out flat processing of the metal magnetism powder with a congruence roll, a ball mill, etc. in order to raise magnetic properties. It is desirable to set flakiness (an average diameter/thickness) to 7-10 especially. If impalpable powder, especially spherical impalpable powder with a mean particle diameter of 0.1-0.9 micrometers are added one to 10% of the weight to the metal magnetism powder which carried out flat processing, while a fluidity becomes good sure enough, spherical impalpable powder enters between flat pieces, and it can be high-filled up with the duty of the koro.

[0030] In order to obtain high permeability, to decrease the magnetic opening between metal magnetism powder as much as possible and to carry out densification, said metal magnetism powder used for this invention carries out coat processing with an insulating material beforehand, and after it forms an insulating coat in metal magnetism powder, it carries out pressurization molding. As an insulating material, if inorganic insulating materials, such as organic insulating materials, such as an epoxy resin, and water glass, are used, big frictional force will occur by the pressure at the time of pressurization molding between metal magnetism powder and metal magnetism powder, and molding metal mold, or metal magnetism powder will deform plastically, an insulating coat will break, and the insulating property of metal magnetism powder will fall.

[0031] As an insulating coat of metal magnetism powder, a heat-resistant inorganic insulation coat is desirable. P which processed metal magnetism powder into the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid, and was obtained as such an inorganic insulation coat, for example, P processed and obtained by the mixed liquor containing the vitrified inorganic insulation coat, the phosphoric acid, and the magnesium oxide which use Mg, B, and Fe as an indispensable component, There is an inorganic insulation coat which processed in the mixed water solution containing the vitrified inorganic insulation coat which uses Mg and Fe as an indispensable component, the inorganic insulation coat which processed in the zinc phosphate water solution and was obtained, zinc phosphate, and a cadmium nitrate, and was obtained. The vitrified inorganic insulation coat which uses as an indispensable component P, Mg, B, and Fe which were processed and obtained among these by the mixed liquor containing especially phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid is desirable from the field of endurance.

[0032] The mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid is obtained by dissolving phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid in water. The mixed ratio of phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid has desirable : (3.0-6.5)1.0: (0.5-1.5) at a weight ratio. If there are many additions of a magnesium oxide, it will be hard coming to dissolve in water, and when there are many additions of phosphoric acid, it is in the inclination for flux density to fall. In addition, in order to raise wettability with metal magnetism powder, it is desirable to add a surfactant into the above-mentioned mixed liquor.

[0033] Although what is necessary is just to perform formation of the insulating coat to metal magnetism powder with a conventional method, metal magnetism powder and an inorganic insulating material (mixed liquor) can be mixed, for example, the obtained mixture can be dried, and it can carry out by removing moisture. It mixes with the thermosetting resin constituent (binder) which has thermal resistance next, and solidification molding of the metal magnetism powder in which the insulating coat was formed is carried out. As for the mixing ratio, it is desirable that it is 0.5 - 10.0 % of the weight of thermosetting resin constituents to 99.5 - 90.0 % of the weight of inorganic insulating material covering metal magnetism powder.

[0034] The heat-resistant thermosetting resin constituent in this invention shows preferably 300 degrees C or less of F or more sorts of thermal resistance after heat hardening at the temperature of 250 degrees C or less, and if the metal magnetism powder which carried out the inorganic insulation coat can be fixed firmly, there will be especially no limit. As such a thermosetting resin constituent, it is (a), for example. The polyfunctional epoxy resin constituent which contains a polyfunctional epoxy resin, an acid anhydride, or a phenol curing agent at least, or (b) There is a thermosetting maleimide system resin constituent.

[0035] As a polyfunctional epoxy resin, for example The diglycidyl ether of bisphenol A, The diglycidyl ether of Bisphenol F, the diglycidyl ether of bisphenol A D, The diglycidyl ether of diglycidyl ether [of hydrogenation-ized bisphenol A], 2, and 2-(4-hydroxyphenyl) nonadecane, 4 and 4'-screw (2, 3-epoxy propyl) diphenyl ether, 3, 4-epoxycyclohexyl methyl-(3, 4-epoxy) cyclohexane carboxylate, 4-(1, 2-epoxy propyl)-1, 2-epoxy cyclohexane, 2-(3, 4-epoxy) cyclohexyl -5, 5-spiro (3, 4-epoxy)-cyclohexane-m-dioxane, Bifunctional epoxy resins, such as 3 and 4-epoxy-6-methylcyclohexyl methyl-4-epoxy-6-methylcyclohexane carboxylate, Phenol novolak resin, the novolak mold epoxy resin of bisphenol A, the novolak mold epoxy resin of Bisphenol F, the novolak mold epoxy resin of bisphenol A D, and the following general formula (2) (3) Or (4) [0036]

[Formula 13]

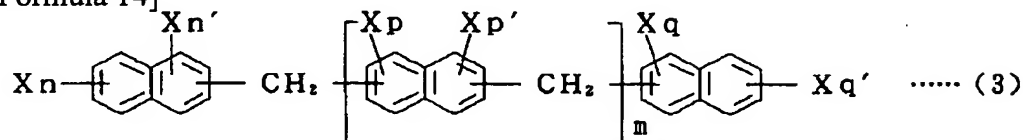


式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、mは1、2又は3である。

[0037]

[Formula 14]



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

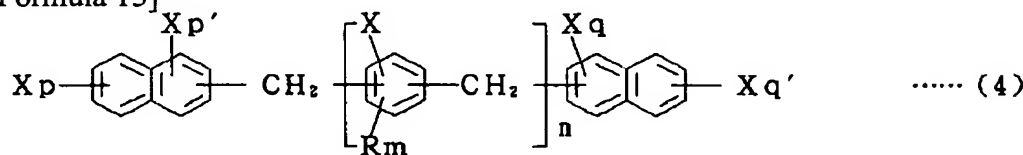
n、n'、p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、n及びn'、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

nは0、1又は2である。

[0038]

[Formula 15]



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

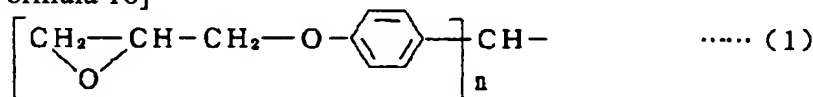
Rは炭素数1～10のアルキル基を示す。mは0、1又は2であり、nは1、2又は3である。

p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

[0039] following general formula (1) [0040 which comes out and contains three or more p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl groups with anthracene frame epoxy resins, such as diglycidyl ether of the naphthalene frame epoxy resin and anthracene diol which are expressed, and triglycidyl ether of anthracene triol, the bifunctional epoxy resin 0 which has two p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl groups - 50 weight sections --]

[Formula 16]

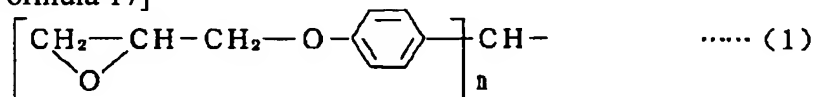


式中、nは3以上の整数である。

[0041] The polyfunctional epoxy resin come out of and expressed, i.e., tris [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] methane, 1, 1, 3-tris [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] butane, 1, 1, 2, and 2-tetrakis [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] ethane, There is an epoxy resin which contains the polyfunctional epoxy resins 100, such as 1, 1, 3, and 3-tetrakis [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] propane, 1 and 1, and 3-tris [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] propane, - 50 weight sections at least. following general formula (1) [0042 which contains three or more p-(2, 3-

epoxy propoxy) phenyl groups also in the above-mentioned epoxy resin --]

[Formula 17]



式中、nは3以上の整数である。

[0043] The polyfunctional epoxy resin come out of and expressed, and the following general formula (2) (3) Or (4) [0044]

[Formula 18]

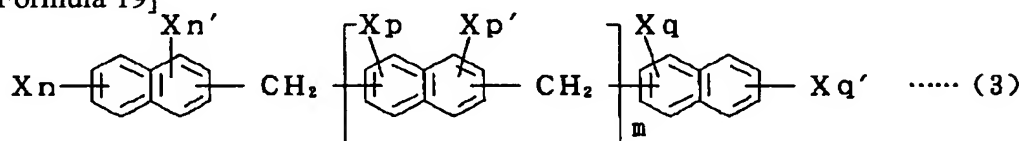


式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{\diagup \diagdown}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、mは1、2又は3である。

[0045]

[Formula 19]



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{\diagup \diagdown}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

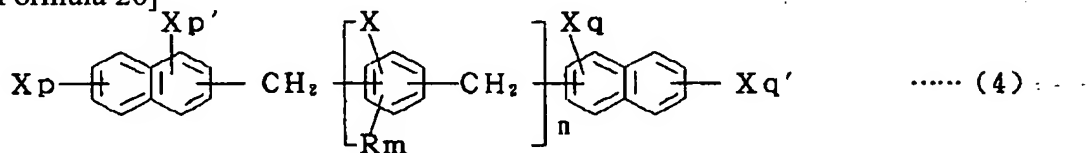
n、n'、p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、n及びn'、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

nは0、1又は2である。

[0046]

[Formula 20]



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{\diagup \diagdown}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

Rは炭素数1~10のアルキル基を示す。mは0、1又は2であり、nは1、2又は3である。

p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

[0047] The epoxy resin which comes out and has the naphthalene frame expressed is desirable, and when the thermosetting resin constituent which contains this epoxy resin at least is used, it is desirable to use it 0.5 to 8.0% of the weight to 99.5 - 92.0 % of the weight of metal magnetism powder which carried out inorganic insulation coat processing.

[0048] Moreover, (a) Screw (4-hydroxyphenyl) methane and (b) Screw (4-hydroxyphenyl) ethane, (c) A screw (4-hydroxyphenyl) propane and (d) A tris (4-hydroxyphenyl) alkane and (e) Mixture of at least two or more

kinds of polyhydric phenols chosen from a tetrakis (4-hydroxyphenyl) alkane, Since the polyfunctional epoxy resin which epichlorohydrin is made to react and is obtained is also hypoviscosity before hardening, its workability is good and it is useful from moreover having high thermal resistance after hardening.

[0049] tris (4-hydroxyphenyl) alkane (d) ***** -- there are tris (4-hydroxyphenyl) methane, tris (4-hydroxyphenyl) ethane, a tris (4-hydroxyphenyl) propane, tris (4-hydroxyphenyl) butane, a tris (4-hydroxyphenyl) hexane, a tris (4-hydroxyphenyl) heptane, a tris (4-hydroxyphenyl) octane, a tris (4-hydroxyphenyl) nonane, etc. Moreover, tris (4-hydroxyphenyl) alkane derivatives, such as tris (4-hydroxy dimethylphenyl) methane, may be used.

[0050] Tetrakis (4-hydroxyphenyl) alkane (e) If it carries out, there are tetrakis (4-hydroxyphenyl) methane, tetrakis (4-hydroxyphenyl) ethane, a tetrakis (4-hydroxyphenyl) propane, tetrakis (4-hydroxyphenyl) butane, a tetrakis (4-hydroxyphenyl) hexane, a tetrakis (4-hydroxyphenyl) heptane, a tetrakis (4-hydroxyphenyl) octane, a tetrakis (4-hydroxyphenyl) nonane, etc. Moreover, tetrakis (4-hydroxyphenyl) alkane derivatives, such as tetrakis (4-hydroxy dimethylphenyl) methane, may be used.

[0051] From a viewpoint of thermal resistance and viscosity to among these, tris [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] methane 1, 1, 3-tris [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] butane, 1, 1, 2, and 2-tetrakis [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] ethane, Polyfunctional epoxy resins, such as 1, 1, 3, and 3-tetrakis [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] propane, 1 and 1, and 3-tris [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] propane, Concomitant use with the diglycidyl ether of bisphenol A, the diglycidyl ether of Bisphenol F, or the diglycidyl ether of bisphenol A D is desirable.

[0052] In this case, although there is especially no limit, as for the blending ratio of coal of the polyfunctional epoxy resin of three or more organic functions, and a bifunctional epoxy resin, it is desirable to carry out 0.1-19 weight section combination of the bifunctional epoxy resin to the polyfunctional epoxy resin 1 weight section. When it is in the inclination which becomes weak firmly after hardening while the viscosity before hardening will become high, if polyfunctional epoxy resins increase in number, and bifunctional epoxy resins increase in number conversely, although viscosity falls, it is in the inclination for thermal resistance to fall. In order to reconcile viscosity and thermal resistance, it is desirable especially to carry out 1-9 weight section combination of the bifunctional epoxy resin to the polyfunctional epoxy resin 1 weight section. Moreover, the constituent containing naphthalene and the anthracene frame epoxy resins of naphthalene diol, such as diglycidyl ether, is desirable from a viewpoint of thermal resistance and viscosity.

[0053] If it is a common acid anhydride as an acid anhydride used for this invention, there will be especially no limit. As such a compound, there are methyl hexahydro phthalic anhydride, hexahydro phthalic anhydride, methyl cyclohexene-dicarboxylic anhydride, tetrahydro phthalic anhydride, a NAJIKKU acid anhydride, a methyl NAJIKKU acid anhydride, a dodecyl succinic anhydride, a succinic anhydride, an octadecyl succinic anhydride, a maleic anhydride, a benzophenone tetracarboxylic acid anhydride, etc., it is independent, or two or more sorts can be mixed and used. It is [among these] desirable to contain a NAJIKKU acid anhydride or a methyl NAJIKKU acid anhydride from a heat-resistant viewpoint.

[0054] If it is phenol resin which has two or more phenolic hydroxyl groups as a phenol curing agent used for this invention, there will be especially no limit. As such phenol resin, there are a phenol novolak, a cresol novolak, a KISHIREZORU novolak, the novolak of bisphenol A, a novolak of Bisphenol F, a novolak of bisphenol A D, a Pori p-vinyl phenol, a resol mold phenol, etc., it is independent, or two or more sorts can be mixed and used, for example.

[0055] In case the epoxy resin constituent of this invention is stiffened, a curing catalyst may be added to a thermosetting resin constituent if needed. If a curing catalyst has the work which accelerates the reaction of a polyfunctional epoxy resin and a curing agent, there will be especially no limit. As such a curing catalyst, for example A trimethylamine, triethylamine, Tertiary amine, such as tetramethyl butanediamine and triethylenediamine Dimethylamino ethanol, a dimethylamino pentanol, a tris (dimethyl aminomethyl) phenol, Amines and cetyl trimethylammonium star's pictures, such as N-methyl morpholine, Cetyl trimethylammonium chloride, cetyl trimethylammonium iodide, A dodecyl trimethylammonium star's picture, dodecyl trimethylammonium chloride, Dodecyl trimethylammonium iodide, benzyl dimethyl tetradecyl ammoniumchloride, A BENJIRUJIMECHIRU tetradecyl ammonium star's picture, an allyl compound dodecyl trimethylammonium star's picture, A BENJIRUJIMECHIRU stearyl ammonium star's picture, stearyl trimethylammonium chloride, Quarternary ammonium salt, such as benzyl dimethyl tetradecyl

AMMONIUMUASECHIRETO, 2-methylimidazole, 2-ethyl imidazole, 2-undecylimidazole, 2-heptadecylimidazole, a 2-methyl-4-ethyl imidazole, 1-butyl imidazole, 1-propyl-2-methylimidazole, 1-benzyl-2-methylimidazole, 1-cyanoethyl-2-phenylimidazole, 1-cyanoethyl-2-methylimidazole, 1-cyanoethyl-2-undecylimidazole, Imidazole derivatives, such as 1-azine-2-methylimidazole and 1-azine-2-undecyl, The metal salt of an amine, octanoic-acid zinc, cobalt, etc., etc., 1, 8-diazabicyclo [5.4.0]-undecene -7, an N-methyl-piperazine, Tetramethylbutyl guanidine, triethyl ammonium tetraphenyl borate, Amine tetraphenyl borate, such as 2-ethyl-4-methyl tetraphenyl borate, 1, and 8-diazabicyclo [5.4.0]-undecene-7-tetraphenyl borate, Triphenyl phosphine, triphenyl phosphonium tetraphenyl borate, Aluminum trialkyl acetoacetate, aluminum tris acetyl acetoacetate, an aluminum alcoholate, an aluminum reed rate, a sodium alcoholate, etc. are mentioned. As for such a curing catalyst, it is common to add 0.01 to 5% of the weight to a thermosetting resin constituent.

[0056] In addition, mono-epoxy resins, such as cyclohexene vinyl mono-oxide, octylene oxide, butyl glycidyl ether, styrene oxide, phenyl glycidyl ether, glycidyl methacrylate, and allyl glycidyl ether, etc. may be added as a diluent if needed. However, generally, as for the effectiveness that a diluent lowers viscosity, stopping a little is desirable in order to reduce the thermal resistance of a certain thing in many cases.

[0057] If the thermosetting maleimide system resin constituent in this invention shows F or more sorts of thermal resistance after heat hardening at the temperature of 250 degrees C or less, can fix preferably firmly 300 degrees C or less of metal magnetism powder which carried out the inorganic insulation coat and the maleimide compound of an addition hardening mold is included, there will be especially no limit. As such thermosetting maleimide, for example N and N'-ethylene bismaleimide, - hexamethylene bismaleimide, and N'N, N'-dodeca methylene bismaleimide, [N, and] -m-xylylene bismaleimide, and N'N, N'-p-xylylene bismaleimide, [N, and] N, N' - 1, 3-bis-methylene cyclohexane bismaleimide, N, N' - 1, 4-bis-methylene cyclohexane bismaleimide, N, N' - 2, 4-TORIRIREN bismaleimide, N, N' - 2, 6-TORIRIREN bismaleimide, N, N' - 3, 3'-diphenylmethane bismaleimide, N, N' - (3-ethyl) -3, 3'-diphenylmethane bismaleimide, N, N' - (3 and 3'-dimethyl) -3, 3'-diphenylmethane bismaleimide, N, N' - (3 and 3'-diethyl) -3, 3'-diphenylmethane bismaleimide, N, N' - (3 and 3'-dichloro) -3, 3'-diphenylmethane bismaleimide, N, N' - 4, 4'-diphenylmethane bismaleimide, N, N' - (3-ethyl) -4, 4'-diphenylmethane bismaleimide, N, N' - (3 and 3'-dimethyl) -4, 4'-diphenylmethane bismaleimide, N, N' - (3 and 3'-diethyl) -4, 4'-diphenylmethane bismaleimide, N, N' - (3 and 3'-dichloro) -4, 4'-diphenylmethane bismaleimide, N, N' - 3, 3'-diphenyl sulfone bismaleimide, N, N' - 4 4'-diphenyl sulfone bismaleimide, N, N' - 3, 3'-diphenyl sulfide bismaleimide, N, N' - 4 4'-diphenyl sulfide bismaleimide, N, N'-p-benzophenone bismaleimide, N, N' - 4 4'-bibenzyl bismaleimide, N, N' - 4, - diphenyl ether bismaleimide, and 4'N, N'-(methylene-ditetrahydro phenyl) bismaleimide, - tolidine bismaleimide, and N'N, N'-isophorone bismaleimide, [N, and] N, N'-p-diphenyl dimethylsilyl bismaleimide, N, N' - 4 4'-diphenyl propane bismaleimide, 2 and 2-screw (4-(4-(3-maleimide phenoxy) phenyl) propane --) - naphthalene bismaleimide, and N'N, N'-p-phenylene bismaleimide, [N, and] N, N'-m-phenylene bismaleimide, N, N' - 4 4'-(1 and 1'-diphenyl cyclohexane)-Bismaleimide, N, N' - 3 Five -(1, 2, 4-triazole)- Bismaleimide, The - pyridine -2, 6-diyl bismaleimide, and N'N, N'-5-methoxy -1, 3-phenylene bismaleimide, [N, and] 1, 2-screw (2-maleimide ethoxy)-ethane, 1, a 3-screw (3-maleimide propoxy)-propane, N, N' - 4 4'-diphenylmethane-screw-dimethyl maleimide, N, N'-hexamethylene-screw-dimethyl maleimide, N, N' - 4 4'-(diphenyl ether)- Screw-dimethyl maleimide, N, N' - 4 4'-(diphenyl sulfone)- Screw-dimethyl maleimide, 4, N of - diamino-triphenyl phosphate, 4'N'-bismaleimide, 2, N of - screw [4-(4-amino phenoxy) phenyl] propane, 2'N'-bismaleimide, 2, N of a - screw [4-(4-amino phenoxy) phenylmethane, 2'N'-bismaleimide, Others [maleimide / which is represented by **, such as 2, and N of - screw [4-(4-amino phenoxy) phenyl ethane, 2'N'-bismaleimide, / bifunctional], The resultant (polyamine compound) of an aniline and formalin, 3 and 4, 4'-triamino diphenylmethane, Monomaleimide, such as polyfunctional maleimide obtained at the reaction of a triamino phenol etc. and a maleic anhydride, phenyl maleimide, tolyl maleimide, and xylyl maleimide, is mentioned.

[0058] In the maleimide of the above-mentioned addition hardening mold, triallyl trimellitate, diaryl terephthalate, Diallyl isophthalate, p, and p'-JIARIROKISHI carbonyl carbonyl diphenyl ether, m, p'-JIARIROKISHI carbonyl carbonyl diphenyl ether, o, p'-JIARIROKISHI carbonyl carbonyl diphenyl ether, m and m'-JIARIROKISHI carbonyl carbonyl diphenyl ether, Multiple-valued carboxylic-acid allyl ester, such as triallyl isocyanurate and a triaryl SHIANU rate, styrene, the above-mentioned alkenyl phenolic compound, an alkenyl amine compound, an acid anhydride, an epoxy resin, a diamine compound, etc. may be added, and you may denaturalize.

[0059] The concomitant use with the maleimide of the concomitant use with the maleimide of the concomitant use with the maleimide of the above-mentioned addition hardening mold, an acid anhydride, or an epoxy resin or denaturation, and the above-mentioned addition hardening mold, an acid anhydride or an epoxy resin, and an alkenyl phenolic compound or an alkenyl amine compound, denaturation, or the above-mentioned addition hardening mold, multiple-valued carboxylic-acid allyl ester, and an alkenyl phenolic compound, an alkenyl amine compound or diamine or denaturation is [among these] desirable from a viewpoint which reconciles thermal resistance and viscosity.

[0060] The resin constituent which contains at least the resin constituent which contains the ** amino maleimide and ** bismaleimide 100 weight section, and the diaryl bisphenols 50 - the 100 weight sections at least or the ** bismaleimide 100 weight section, the diaryl bisphenols 50 - the 100 weight sections, and the polyfunctional epoxy resin 0 - the 100 weight sections can be used especially preferably. In this case, it is desirable to use resin (constituent) 0.5 to 8.0% of the weight to 99.5 - 92.0 % of the weight of metal magnetism powder which carried out inorganic insulation coat processing.

[0061] Moreover, although amino maleimide and an epoxy resin can also be used together and used preferably, it is desirable to use it with 0.5 - 5.0 % of the weight of amino maleimide, 0.5 - 5.0 % of the weight of epoxy resins, and the mixing ratio of 99.0 - 90.0 % of the weight of metal magnetism powder that carried out inorganic insulation coat processing in this case. The thermosetting maleimide system resin constituent of this invention may add a curing catalyst to a thermosetting resin constituent or an insulating base material if needed to promote a reaction further, although it can fully harden even if there is no curing catalyst. If a curing catalyst has the work which accelerates the reaction of a thermosetting maleimide system resin constituent, there will be especially no limit. As such a curing catalyst, an ion system catalyst or a free radical system catalyst is effective, for example.

[0062] As for this curing catalyst, it is desirable to use 0.1 to 5% of the weight especially 0.05 to 10% of the weight on the basis of a thermosetting maleimide system resin constituent. The thing same as an ion system catalyst as the curing catalyst used with the above-mentioned acid-anhydride hardening epoxy resin constituent can be used. As a free radical system catalyst, well-known organic peroxide, a hydroperoxide, azo-isobutyro-dinitrile, etc. can be used.

[0063] It is desirable to add a surfactant, in order to improve wettability with the metal magnetism powder which gave the inorganic insulation coat in the heat-resistant thermosetting resin constituent used for this invention. As such a surfactant, for example Gamma-chloropropyltrimetoxysilane, Vinyl trichlorosilane, vinyltriethoxysilane, a vinyl trimethoxy run, A vinyl tris (beta-methoxyethoxy) silane, gamma-methacryloxypropyl trimethoxy silane, beta-(3, 4-epoxycyclohexyl) ethyltrimethoxysilane, Gamma-glycidoxypropyltrimetoxysilane, gamma-mercapto propyltrimethoxysilane, gamma-aminopropyl triethoxysilane, N-beta-(aminoethyl)-gamma-aminopropyl trimethoxysilane, Silane system surfactants, such as gamma-YUREIDO propyl triethoxysilane, Isopropyl isostearoyl titanate, isopropanal PIRUTORI octanoyl titanate, Isopropyl methacryloyl isostearoyl titanate, isopropyl tridodecyl titanate, Isopropyl ISOSUTEAROIRUJI acrylic titanate, isopropyl tris (dioctyl phosphate) titanate, Isopropyl TORIKUMIRU phenyl titanate, isopropyl tris (dioctylpyrophosphate) titanate, Isopropyl tris (n-aminoethyl-aminoethyl) titanate, Tetra-isopropyl screw (dioctyl phosphite) titanate, tetra-octyl screw (didodecyl phosphite) titanate, Tetrapod (2 and 2-diaryl oxymethyl-1-butyl) screw (JITORIDESHIRU) phosphite titanate, Titanate system surfactants, such as JISO stearoyl ethylene titanate and screw dioctylpyrophosphate ethylene titanate, There is aluminum system surface active agents, such as ethyl acetoacetate aluminum JISOPUROPIRETO and aluminum tris (ethyl acetoacetate), or a zirconium system surface active agent, and two or more sorts may be mixed and used.

[0064] Gamma-glycidoxypropyltrimetoxysilane, beta-(3, 4-epoxycyclohexyl) ethyltrimethoxysilane, gamma-mercapto propyltrimethoxysilane, gamma-aminopropyl triethoxysilane, N-beta-(aminoethyl)-gamma-aminopropyl trimethoxysilane, isopropyl isostearoyl titanate, isopropanal PIRUTORI octanoyl titanate, ethyl acetoacetate aluminum JISOPUROPIRETO, and aluminum tris (ethyl acetoacetate) are [among these] desirable. It is desirable to use together the surfactant of many organic functions, such as gamma-glycidoxypropyltrimetoxysilane, beta-(3, 4-epoxycyclohexyl) ethyltrimethoxysilane, gamma-mercapto propyltrimethoxysilane, gamma-aminopropyl triethoxysilane, and N-beta-(aminoethyl)-gamma-aminopropyl trimethoxysilane, especially for the surfactant and KURRAKU-proof nature of one functionality, such as isopropyl isostearoyl titanate and isopropanal PIRUTORI octanoyl titanate, or the improvement in mechanical

strength for hypoviscosity-izing.

[0065] These surfactants may be beforehand processed to metal magnetism powder, may be added to a resin constituent afterwards, and may use the both together. The desirable addition of a surfactant is calculable by the covering surface product (m^2/gr) of (the weight (gr) of the specific-surface-area (m^2/gr) x metal magnetism powder of metal magnetism powder) / surfactant. However, when the specific surface area of metal magnetism powder is unknown, or when a surface state is remarkable and complicated, the amount used can be calculated, fluctuating suitably on the basis of 1 % of the weight to metal magnetism powder.

[0066] As for the thermosetting resin constituent of this invention, denaturalizing if needed is also effective. For example, it can denaturalize by the denaturation, furan system compound, and phenolic compound by amines, such as denaturation, unsaturated polyester denaturation, fatty amine, aromatic amine, and allylamine, by rubber, such as denaturation, polybutadiene, and polychloroprene. [by vinyl compound monomers, such as styrene and methyl methacrylate] Moreover, it is also possible to add inorganic bulking agents, such as a hydration alumina besides being silica powder, quartz-glass powder, alumina powder, etc., hydration magnesium, a calcium carbonate, zirconium silicate, a calcium silicate, talc, clay, a mica, and glass fiber powder.

[0067] if the thermosetting resin constituent explained above and inorganic insulating material covering metal magnetism powder are mixed -- this mixture -- molding -- public funds -- a mold is filled up and solidification molding is carried out using a powder moulding press. In this solidification molding process, pressurization molding is preferably carried out by the pressure of 400-700MPa 100 to 800 MPa. By the pressure of less than 100 MPas, solidification molding cannot fully be carried out, but in the pressure exceeding 800MPa, an inorganic insulation coat is destroyed and it is in the inclination for specific resistance to fall.

[0068] If the molding object which has a desired configuration according to a solidification molding process is acquired, heat hardening and fixing of will be done and it will consider as a dust core. 300 degrees C or less of heating in a heat hardening process are preferably performed below 250 degrees C. When it exceeds 300 degrees C, it is in the inclination for thermosetting resin to deteriorate.

[0069] Even if it holds at 155 degrees C for 5000 hours, the insulation between metal magnetism powder particles can be maintained, and the dust core acquired as mentioned above can control increase of the eddy current loss by contact of metal magnetism powder, and can maintain it, without reducing permeability to a high frequency band. After holding at 155 degrees C for 5000 hours, specifically, the dust core whose iron loss in 0.5 teslas and 15kHz is 15 or less times of the first stage, whose specific resistance is 0.05 or more times of the first stage and whose flux density is one teslas or more in the range of 50Hz - 500kHz frequency is acquired. Thus, the dust core which has the outstanding property is applicable to various electrical machinery and apparatus by considering as an iron core core. For example, a rotating machine, a transformer, etc. using a reactor, a rotating-machine stator, and it as such an electrical machinery and apparatus are mentioned. A reactor may have an iron core core and a coil and may have an iron core core and a mold coil. As for a mold coil, it is desirable that it is the coil which has F or more sorts of thermal resistance, and carried out mold by the mold resin whose heat conductivity is 2-4W/km.

[0070] Since the reactor which has an iron core core using the dust core of this invention is excellent in thermal resistance, it does not have to form a cooling fan or it does not have to carry out water cooling. In addition, in order to raise heat leakage nature further, the insulating material which has high temperature conductivity may be installed between an iron core core and a mold coil. As for the thermal conductivity of this insulating material, it is desirable that it is 0.2-4W/km.

[0071] Although a rotating-machine stator may be what kind of thing, it is equipped with the lead wire for usually connecting with the iron core core which has two or more slots, two or more coils contained in the slot, and two or more coils of those electrically, and should just use the dust core of this invention for this iron core core. A rotating machine is obtained by combining this stator and rotator. What is necessary is to have the primary coil, the secondary coil, and the iron core core, and just to usually use the dust core of this invention for this iron core core, although a transformer may also be what kind of thing.

[0072] The above-mentioned reactor is applicable to a solid state switch. For example, by constituting a reactor and a solid state switch component in a series circuit, the current standup of a switch can be made loose and breakage of a solid state switch component can be prevented. As a solid state switch component, although you may be what kind of thing, GTO, a thyristor, IGBT, etc. can be used, for example. In addition, between the

anode terminal of the solid state switch component in this solid state switch, and a cathode terminal, the surge absorber which consists of a series circuit of a resistor and a capacitor may be prepared.

[0073] sudden -- drawing 13 R>3-17 explain the example of a configuration of the solid state switch which used the dust core for the iron core material of the reactor which controls a **** current change. Here, the example of circuitry of the high withstand voltage solid state switch at the time of using a thyristor component as a switching device which constitutes a solid state switch is shown. Drawing 13 R> 3 is circuitry and is carrying out series connection of the thyristor components 101-10n for the raise in withstand voltage. Between the anode terminal of each thyristor component, and the cathode terminal, the surge absorber which consists of a Resistors 131-13n and Capacitors [141-14n] series circuit is prepared.

[0074] Drawing 14 is an example of a mounting configuration in the case of realizing the high withstand voltage solid state switch of drawing 13 , and installs six thyristor components 101-106. Each thyristor component is fixed by inserting by the metal cooling fins 151-157. Therefore, each cooling fin also plays the role of the terminal electrode plate of each thyristor component, and the surge absorber which consists of resistors 131-136 and capacitors 141-146 is connected to each cooling fin.

[0075] Generally as for cooling of the solid state switch of drawing 14 , a water cooling method is adopted for a miniaturization. Drawing 15 shows the example of a configuration of a water cooling system, and the reactors 11 and 12, the cooling fins 151-156, and resistors 131-136 of a water cooling method are connected to the serial in the water pipe 17. Since the reactor of a water cooling method has structure which generally lets cooling water pass inside a pipe-like coil, in order to cool the heat generated with the eddy current loss or hysteresis loss of an iron core, it is necessary to form another cooling means in an iron core. However, if the dust core of this invention is used for an iron core, since generating heat is small and there is also little degradation (increment in loss) of the core material property by heat, it is also possible to make the cooling means of an iron core unnecessary.

[0076] the solid state switch plurality 161, 162, and 163 of the configuration as the solid state switch 16 shown in drawing 14 with the same drawing 16 ... the insulating column 18 -- connecting -- switches 161, 162, and 163 ... the switch group which has still higher withstand voltage nature is constituted by giving electric wiring in between. Hereafter, the switch group of a configuration of being shown in drawing 16 will be called a bulb.

[0077] Such a solid state switch (group) can be applied to various electrical machinery and apparatus, for example, can be applied to a direct-current-power-transmission bulb, a quiescence mold reactive power compensator, a thyristor motor, etc. Drawing 17 is an example of the power converter constituted from two or more bulbs. The power converter 19 which has bulbs 221-226 can change direct current power into direct current power for alternating current power conversely again at alternating current power, and makes possible power interchange between the alternating current network 20 and the direct-current network 21. As an applicable field of the power converter 21 of such large power, there are direct current power transmission, a reactive power compensator, etc.

[0078]

[Example] Hereafter, although an example explains this invention still more concretely, this invention is not limited to these examples. In addition, the cable address of the compound used in the example is as follows.
 TKEPPE: 1, 1, 2, and 2-tetrakis [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] ethane Weight-per-epoxy-equivalent 192TEPPM : 1, 1, and 3-tris [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] methane Weight-per-epoxy-equivalent 161TEPPB : 1, 1, and 3-tris [p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl] butane Weight-per-epoxy-equivalent 196DGEBPA: Diglycidyl ether weight-per-epoxy-equivalent 175DGEBPF of bisphenol A : The diglycidyl ether weight per epoxy equivalent 1701 of Bisphenol F, 2-DGON:1, 2-JIJIGURISHIJIRU oxy-naphthalene weight per epoxy equivalent 1411, 3-DGON : 1, 3-JIJIGURISHIJIRU oxy-naphthalene weight-per-epoxy-equivalent 141PDGON: The giant-molecule quantification 1, 6-JIJIGURISHIJIRU oxy-naphthalene weight per epoxy equivalent 250 Softening temperature 67 degree-CGONDGONM:1-(2-glycidyl-oxy-1-naphthyl)-1-(2', 7'-diglycidyl oxy--1-naphthyl) Methane weight per epoxy equivalent 187 75 degrees C of softening temperatures PGENCN: Poly glycidyl ether of the novolak of cresol and 2-hydroxy naphthalene mixture Weight per epoxy equivalent 225 84 degrees-C TGIC:triglycidyl isocyanurate of Softening temperatures Weight-per-epoxy-equivalent MHAC-P:methyl NAJIKKU acid anhydride acid-anhydride equivalent 178PN:phenol novolak Hydroxyl equivalent 106BMI: 4 and 4'-diphenylmethane bismaleimide DAPPI: -- 2, 2'-screw [4-(4-maleimide phenoxy) phenyl] propane DAM:4, and 4' - diamino diphenylmethane [] -- amine equivalent 92.1DADPE:4

and 4' - diamino diphenyl ether Amine equivalent 93.1 DABA: Diaryl bisphenol A DABF: Diaryl bisphenol FDAP: Diaminophenol DGEDABA: Diglycidyl ether TAICof diaryl bisphenol A : Triallyl isocyanurate BTPP-K : Triphenyl butyl phosphine tetraphenyl borate 2E4 MZ-K:2-ethyl-4-methylimidazole tetraphenyl borate TPP : Triphenyl phosphine TPP-K:triphenyl phosphine tetraphenyl borate IOZ: 2-ethyl-4-methylimidazole :triethylamine tetraphenyl-borate 2E4 MZ-CN:1-cyanoethyl-2-ethyl-4-methylimidazole KBM-603:N-beta - salt C11 Z-AZINE:1-azine-2-undecylimidazole TEA-K with octanoic-acid zinc salt -- (aminoethyl) -gamma-aminopropyl trimethoxysilane S -181:TORISUISOSUTEARO yloxy isopropoxy titanium IPZ:tetra-isopropyl zirconate [0079] [Example 1]

(1) Bismaleimide BMI, diaryl phenols DABF, and TAIC are mixed with the loadings of a publication to the production table 1 of the thermosetting resin constituent A, and it heated to 130 degrees C and was made to dissolve completely in a water bath. It maintained for 10 minutes at 130 degrees C, and the thermosetting maleimide system resin constituent was produced. Curing catalyst 2E4 MZ-CN of a publication was added to Table 1 at this, and it considered as the thermosetting resin constituent A.

[0080] (2) Flat processing of the high grade atomization iron powder with a production mean particle diameter [of the metal magnetism powder covered with the inorganic insulating layer / of 75 micrometers (250 micrometers of maximum grain sizes)] and a mean particle diameter of 60 micrometers (106 micrometers of maximum grain sizes) was carried out with the ball mill at flakiness (an average diameter/thickness) 8 [about]. [0081] On the other hand, 0.05g and 50g of water were mixed, 0.386g and boric acid H3BO3 were stirred [phosphoric acid H3PO4 / 0.062g and silane system surfactant KBM-603] for 0.060g and MgO, and the insulating processing liquid of the example 1 in Table 5 given in a column was produced. 1kg of high grade atomization iron powder which carried out [above-mentioned] flat processing was mixed with this insulating processing liquid. The metal magnetism powder which was made to dry this mixture for 20 minutes at 300 degrees C, and was covered with the inorganic insulating layer was obtained.

[0082] (3) the thermosetting resin constituent A was mixed with the production profit **** metal magnetism powder of a dust core with the compounding ratio of the weight ratio 97:3, and the resin constituent for dust cores was obtained. Solidification molding of the obtained resin constituent for dust cores was carried out with the powder moulding press at the predetermined configuration by the flow and pressure requirement (600MPa) of the molding pressure force in Table 5 given in a column. Subsequently, this solidification molding object was 4-time-amount[4-hour 150 degrees C / +200 degrees C per hour / +250 degrees C / and]-heated, was hardened, and the dust core was acquired.

[0083] (4) The bending strength of the dust core of the 31.7mmx12.7mmx5mm magnitude cast, hardened and obtained on the conditions of the measurement above of many properties of a dust core was measured using Shimadzu autograph DSS-5000 under the temperature ambient atmosphere (25 degrees C, 105 degrees C, 130 degrees C, 155 degrees C, 180 degrees C, and 220 degrees C). The result is shown in drawing 1 . The bending strength of the dust core in the temperature of 220 degrees C is almost the same as a room temperature so that clearly from drawing 1 .

[0084] Moreover, after carrying out predetermined time maintenance of the dust core into a 155-degree C thermostat, it took out from the thermostat and the bending strength of a dust core was measured using Shimadzu autograph DSS-5000 under the 155-degree C temperature ambient atmosphere. The result is shown in drawing 2 . Even if it holds to a 155-degree C thermostat for 20000 hours so that clearly from drawing 2 , most bending strength of a dust core is not falling.

[0085] Furthermore, the dust core for iron loss measurement (unit: mm) of the configuration shown in the specific resistance measurement test piece (unit: mm) and drawing 4 of the configuration shown in drawing 3 was produced, and aging of the iron loss in 155 degrees C when carrying out predetermined time maintenance was measured at aging of the specific resistance in 155 degrees C when carrying out predetermined time maintenance at the temperature characteristic of the specific resistance immediately after manufacture, and 155 degrees C and 15kHz, and 155 degrees C. The result was shown in drawing 5 , and 6 and 7, respectively. The specific resistance of a dust core is not based on temperature, but is almost fixed so that clearly from drawing 5 . Moreover, even if it carries out time amount maintenance for 20000 hours, the specific resistance and iron loss of a dust core hardly change to the first stage to a 155-degree C thermostat, so that clearly from drawing 6 and drawing 7 .

[0086] [Examples 2-51, the examples 1-3 of a comparison]

(1) Compounds, such as bismaleimide except the curing catalyst of a publication and diaryl phenols, are mixed to the production table 1 of thermosetting resin constituent B-E, and it heated to 130 degrees C and was made to dissolve completely in a water bath. It maintained for 10 minutes at 130 degrees C, and the thermosetting maleimide system resin constituent was produced. The curing catalyst of a publication was added to Table 1 at this, and it considered as thermosetting resin constituent B-E.

[0087] (2) Compounds, such as bismaleimide except the curing catalyst of a publication, amines, and a methyl methyl ketone, are mixed to the production table 1 of thermosetting resin constituent F-I, and it heated to 60 degrees C and was made to dissolve completely in a water bath. It maintained for 30 minutes at 60 degrees C, and the thermosetting maleimide system resin constituent was produced. The curing catalyst given in Table 1 was added to this, the methyl ethyl ketone was distilled off, and it considered as thermosetting resin constituent F-I.

[0088] (3) the compound of a publication was mixed and stirred to production Table 2 - 4 of thermosetting resin constituent J-Z, and thermosetting resin constituent J-Z (J-1 and J-2 -- it contains J-3) was produced.

(4) 1kg of metal magnetism powder and insulating processing liquid of a dust core the production table 5 - given in Table 15 were mixed. The metal magnetism powder which was dried for 20 minutes at 300 degrees C, and covered this mixture with the insulating layer was obtained. This metal magnetism powder and a thermosetting resin constituent given in Table 1 - 4 were mixed with the compounding ratio of the weight ratio 97:3, and the resin constituent for dust cores was obtained. Solidification molding of the obtained resin constituent for dust cores was carried out with the powder moulding press at the predetermined configuration by the flow and pressure requirement (100-800MPa) given in Table 5 - 15. Subsequently, to Table 5 - 15, it heated, this solidification molding object was hardened on the hardening conditions of a publication, and it considered as the dust core. The flexural strength in 155 degrees C, specific resistance, and iron loss after 5000-hour maintenance were measured at the early stages of the acquired dust core, and 155 degrees C. A measurement result is as given in Table 5 - 15.

[0089]

[Table 1]

熱硬化性樹脂組成物	A	B	C	D	E	F	G	H	I
配合量 (重量部)	BMI 70	DAPPI 70	BMI 70	DAPPI 70	DAPPI 70	BMI 132.5	BMI 70	BMI 132.5	DAPPI 70
	DABF 30	DABF 30	DABF 30	DABA 30	DGEDABA 30	DAM 46.1	DAM 10	DADPE 93.1	DAP 30
	TAIC 67	TAIC 67	1,2-DGON 30	—	—	TGIC 100.0	DGEBPE 20	—	—
備 考	2E4MZ-CN 0.835	TPP-K 0.85	BTTP-K 0.500	TEA-K 0.835	—	—	BTTP-K 0.500	—	—
	硬化触媒を除いた樹脂組成物を130℃ で10分間加熱、ブレポリマ化				硬化触媒を除いた樹脂組成物をメチ ルエチルケトンに溶解後、60℃で30 分間加熱、ブレポリマ化				

[0090]

[Table 2]

熱硬化性樹脂組成物	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	U
配合量 (重量部)	TKEPPE 137.2	TKEPPE 100.0	TKEPPE 156.8	TKEPPE 98.0	TKEPPE 58.8	TKEPPE 156.8	TKEPPE 137.2	TEPPB 160	TEPPB 160	TEPPM 132.3
	DGEBPA 52.5	—	DGEBPA 52.5	DGEBPA 87.5	DGEBPA 91.9	DGEBPA 52.5	DGEBPA 52.5	I,2-DGON 42.3	DGEBPF 34.0	DGEBPF 34
	MHAC-P 169.1	PN 54.0	MHAC-P 169.1	MHAC-P 169.1	MHAC-P 169.1	—	—	—	—	—
	TPP-K 3.59	TPP-K 1.54	BTPP-K 1.89	IOZ 1.77	CI1Z-AZINE 1.60	TPP-K 2.09	TPP 2.00	BTPP-K 2.09	2E4MZ-CN 1.94	TEA-K 1.66

[0091]

[Table 3]

熱硬化性樹脂組成物	V	W	X	Y	Z
配合量 (重量部)	1,2-DGON 98.7	1,3-DGON 98.7	PDGON 175	GONDGONM 187	PGENCN 225
	TKEPPE 57.6	TKEPPE 57.6	TKEPPE 57.6	—	—
	MHAC-P 178	PN 106	—	MHAC-P 178	— MHAC-P 178
	TPP-K 3.3	TPP-K 2.62	BTTP-K 2.32	TEA-K 3.65	CI12-AZINE 403

[0092]

[Table 4]

熱硬化性樹脂組成物	J	J-1	J-2	J-3
配合量 (重量部)	TKEPPE 137.2 DGEBCA 52.5 MHAC-P 169.1 TPP-K 3.59	TKEPPE 192.0 MHAC-P 169.1 TPP-K 3.59	TKEPPE 96.0 DGEBCA 87.5 MHAC-P 169.1 TPP-K 3.59	TKEPPE 48.0 DGEBCA 131.25 MHAC-P 169.1 TPP-K 3.59

[0093]

[Table 5]

金属磁性粉末		種類	実施例1		実施例2		実施例3		実施例4		実施例5		
			アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		
平均粒径(μm)			75		75		75		75		75		
扁平度			8		B		B		B		B		
絶縁処理液 (g)			燐酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)		燐酸 (1.043) ほう酸 (0.162) MgO (0.167) KBM603(0.05) 水 (50.0)		燐酸 (1.930) ほう酸 (0.300) MgO (0.310) KBM603(0.05) 水 (50.0)		燐酸 (0.193) ほう酸 (0.030) MgO (0.031) KBM603(0.05) 水 (50.0)		燐酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.100) KBM603(0.05) 水 (50.0)		
熱硬化性樹脂組成物			A		B		C		D		E		
成型圧力 (MPa)			600		600		600		600		600		
硬化条件 (°C / h)			150/1+200/4+250/4			150/1+200/4+250/4			150/1+200/4+250/4			150/1+200/4+250/4	
曲 げ 強 度	初期	(kg/mm ² at 155°C)	10.5		10.3		10.5		10.2		10.3		
		(kg/mm ² at 180°C)	10.2		10.1		10.1		9.9		10.0		
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 155°C)	10.0		9.9		10.0		10.0		9.9		
		(kg/mm ² at 180°C)	9.9		9.7		9.9		9.9		9.5		
固有抵抗 (Ω·cm at 155°C)		初期	2.0		2.0		2.0		2.1		2.1		
		155°C, 5000h 保持後	1.7		1.5		1.7		1.6		1.7		
鉄 損 (W/kg at 155°C)		初期	20		25		22		26		26		
		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後	30		35		37		36		37		

[0094]

[Table 6]

		実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	比較例1
金属磁性粉末	種類	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉
	平均粒径(μm)	75	75	75	75	75
絶縁処理液 (g)	扁平度	8	8	8	8	8
		磷酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	磷酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	磷酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	磷酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	磷酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)
熱硬化性樹脂組成物		F	H	H	H	H
成型圧力 (MPa)		600	600	600	600	600
硬化条件 (°C/h)		150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+220/4	150/1+220/4+270/4	150/1+200/4+300/4	500/1
曲げ 強度	初期	(kg/mm ² at 155°C)	9.5	9.2	9.2	4.2
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 180°C)	9.2	8.7	7.5	3.0
	初期	(kg/mm ² at 155°C)	9.0	9.0	8.7	3.2
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 180°C)	8.9	8.9	5.5	1.8
固有抵抗 (Ω·cm at 155°C)		初期	1	1.2	1.3	1
		155°C, 5000h 保持後	0.7	1.1	0.7	0.01
鉄損 (W/kg at 155°C)	初期	30	25	25	30	50
	15kHz-0.5T, 155°C, 5000h 保持後	60	50	50	90	1100

[0095]

[Table 7]

金属磁性粉末	種類	実施例10				実施例11				実施例12				実施例13				実施例14			
		アトマイズ鉄粉				アトマイズ鉄粉				アトマイズ鉄粉				アトマイズ鉄粉				アトマイズ鉄粉			
絶縁処理液 (g)	平均粒径 (μm)	75				75				75				75				75			
	扁平度	8				8				8				8				8			
熱硬化性樹脂組成物	成型圧力 (MPa)	1				J				K				L				M			
		600				600				600				600				600			
		150/1+200/4+250/4				150/1+200/4+250/4				150/1+200/4+250/4				150/1+200/4+250/4				150/1+200/4+250/4			
		9.2				9.2				9.2				9.2				9.2			
硬化条件 ($^{\circ}\text{C}/\text{h}$)	初期	(kg/mm ² at 155 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 155 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 155 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 155 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 155 $^{\circ}\text{C}$)			
		(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)			
		9.0				9.0				9.0				9.0				9.0			
		9.0				9.0				9.0				9.0				9.0			
曲げ強度	155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 155 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 155 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 155 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 155 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 155 $^{\circ}\text{C}$)			
		(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)				(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)			
		8.9				8.9				8.9				8.9				8.9			
		8.9				8.9				8.9				8.9				8.9			
固有抵抗 ($\Omega\cdot\text{cm}$ at 155 $^{\circ}\text{C}$)	初期	1				1				1				1				1			
		155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後				155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後				155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後				155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後				155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後			
		0.7				0.7				0.7				0.7				0.7			
		0.7				0.7				0.7				0.7				0.7			
鉄損 (W/kg at 155 $^{\circ}\text{C}$)	初期	30				30				30				30				30			
		15kHz, 0.5T, 155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後				15kHz, 0.5T, 155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後				15kHz, 0.5T, 155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後				15kHz, 0.5T, 155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後				15kHz, 0.5T, 155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後			
		60				60				60				60				60			
		60				60				60				60				60			

[0096]

[Table 8]

		実施例15		実施例16		実施例17		実施例18		実施例19		
		種類		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		
金属磁性粉末	平均粒径(μm)	75		75		75		75		75		
	扁平度	8		8		8		8		8		
絶縁処理液 (g)		炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)		炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)		炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)		炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)		炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)		
		G		H		I		J		K		
熱硬化性樹脂組成物		600		600		600		600		600		
成型圧力 (MPa)		600		600		600		600		600		
硬化条件 (°C/ h)		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		
		曲 げ 強 度	初期	9.2		10.5		9.2		9.2		
			(kg/mm ² at 155°C)									
			(kg/mm ² at 180°C)	9.0		10.0		9.0		9.0		
度	155°C,	9.0		9.7		9.0		9.0		9.0		
	5000h											
	保持後	8.9		9.3		8.9		8.9		8.9		
固有抵抗 (Ω-cm at 155°C)		初期	1		1		1		1		1	
		155°C,5000h 保持後	0.7		0.9		0.7		0.7		0.7	
鉄 損 (W/kg at 155°C)		初期	30		30		30		30		30	
		15kHz,0.5T, 155°C,5000h 保持後	60		35		60		60		60	

[0097]

[Table 9]

金属磁性粉末	種類	実施例20		実施例21		実施例22		実施例23		実施例24	
		平均粒径(μm)	扁平度	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉
絶縁処理液 (g)		75	5	75	7	75	10	75	15	75	8
		燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)	
		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)	
		MgO (0.062)		MgO (0.062)		MgO (0.062)		MgO (0.062)		MgO (0.062)	
熱硬化性樹脂組成物		KBM603(0.05)		KBM603(0.05)		KBM603(0.05)		KBM603(0.05)		KBM603(0.05)	
		水 (50.0)		水 (50.0)		水 (50.0)		水 (50.0)		水 (50.0)	
		G		G		G		G		G	
		600		600		600		600		100	
成型圧力 (MPa)		150(1+200)/4+250/4		150(1+200)/4+250/4		150(1+200)/4+250/4		150(1+200)/4+250/4		150(1+200)/4+250/4	
		9.2		9.2		9.2		9.2		9.2	
		9.0		9.0		9.0		9.0		9.0	
		9.0		9.0		9.0		9.0		9.0	
硬化条件 (°C/h)		8.9		8.9		8.9		8.9		8.9	
		1		1		1		1		1	
		0.7		0.7		0.7		0.7		0.7	
		30		30		30		30		30	
鉄損 (W/kg at 155°C)		60		60		60		60		60	
		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後	
		初期		初期		初期		初期		初期	
		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後	

[0098]

[Table 10]

金属磁性粉末	実施例25		実施例26		実施例27		実施例28		実施例29	
	種類	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉
絶縁処理液 (g)	平均粒径(μm)	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	扁平度	8	8	8	8	8	8	8	8	8
熱硬化性樹脂組成物	焼酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)		焼酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)		焼酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)		焼酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)		焼酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	
	N		O		P		Q		R	
成型圧力 (MPa)	100		300		500		800		1000	
硬化条件 (°C/h)	150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4	
	曲げ強度	初期	9.3	9.2	9.3	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
		(kg/mm ² at 155°C)								
		155°C, 5000h 保持後	9.2	9.1	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
固有感抗 (Ω-cm at 155°C)	鉄損 (W/kg at 155°C)	初期	1	1	1	1	1	1	1	1
		155°C, 5000h 保持後	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後	30	30	30	30	30	30	30	30
		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後	60	60	60	60	60	60	60	60

[0099]

[Table 11]

		実施例30	実施例31	実施例32	実施例33	実施例34
金属磁性粉末	種類	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉
	平均粒径(μm)	60	40	30	90	120
扁平度		8	8	8	8	8
絶縁処理液 (g)		硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)
熱硬化性樹脂組成物		U	V	W	X	Y
成型圧力 (MPa)		600	600	600	600	600
硬化条件 (°C/ h)		150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4
曲 げ 強 度	初期	(kg/mm ² at 155°C)	9.2	9.2	9.2	9.2
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 180°C)	9.0	9.0	9.0	9.0
		(kg/mm ² at 155°C)	9.0	9.0	9.0	9.0
		(kg/mm ² at 180°C)	8.9	8.9	8.9	8.9
固有抵抗 (Ω-cm at 155°C)		初期 155°C,5000h 保持後	1 0.7	1 0.7	1 0.7	1 0.7
鉄 損 (W/kg at 155°C)		初期 15kHz,0.5T, 155°C,5000h 保持後	30 60	30 60	30 60	30 60

[0100]

[Table 12]

金属磁性粉末	種類	実施例35				実施例36				実施例37				実施例38				実施例39			
		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉		アトマイズ鉄粉	
絶縁処理液 (g)	平均粒径(μm)	75		75		75		75		75		75		75		75		75		75	
	扁平度	球状		球状		球状		球状		球状		球状		球状		球状		球状		球状	
	絶縁処理液 (g)	燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)		燐酸 (0.386)	
		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)		ほう酸 (0.060)	
熱硬化性樹脂組成物	成型圧力 (MPa)	600		600		600		600		600		600		600		600		600		600	
		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4	
	硬化条件 (°C/h)	9.2		9.2		9.2		9.2		9.2		9.2		9.2		9.2		9.2		9.2	
		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後	
固有抵抗 (Ω・cm at 155°C)	初期	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後		155°C, 5000h 保持後	
	鉄損 (W/kg at 155°C)	30		30		30		30		30		30		30		30		30		30	
		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後	

[0101]

[Table 13]

		比較例2	比較例3	実施例40	実施例41	実施例42
金属磁性粉末	種類	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉
	平均粒径(μm)	75	75	75	75	75
	扁平度	8	8	8	8	8
絶縁処理液 (g)		S-181 (10.0)	IPZ(10.0)	硝酸 (2.00) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (2.00) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (2.00) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)
熱硬化性樹脂組成物		G	G	J-1	J-2	J-3
成型圧力 (MPa)		600	600	600	600	600
硬化条件 (°C/ h)		150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4
曲 げ 強 度	初期	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
	(kg/mm ² at 155°C)	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	(kg/mm ² at 180°C)	9.0	9.0	9.0	9.0	5.0
	155°C, 5000h 保持後	8.9	8.9	8.9	8.9	4.9
固有抵抗		8	1	1	1	1
(Ω・cm at 155°C)		0.04	0.07	0.7	0.7	0.1
鉄 損	初期	15	30	30	30	30
	(W/kg at 155°C)	800	700	60	60	360
		15kHz,0.5T, 155°C,5000h 保持後				

[0102]

[Table 14]

		実施例43	実施例44	実施例45	実施例46	実施例47	
金属磁性粉末	種類	Fe-1%Si合金	Fe-1%Al合金	電解鉄粉	Fe-Si-Al 合金粉	アトマイズ鉄粉+ Fe-3%Si合金	
	平均粒径(μm)	75	75	75			
	扁平度	8	8	8			
絶縁処理液 (g)		硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	
熱硬化性樹脂組成物		G	G	G	G	G	
成型圧力 (MPa)		600	600	600	600	600	
硬化条件 (°C/ h)		150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	
曲げ 強度	初期	(kg/mm ² at 155°C)	9.2	9.2	9.2	9.2	
		(kg/mm ² at 180°C)	9.0	9.0	9.0	9.0	
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 155°C)	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
		(kg/mm ² at 180°C)	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
固有抵抗 (Ω·cm at 155°C)		初期 155°C,5000h 保持後	1 0.7	1 0.7	1 0.7	1 0.7	
鉄損 (W/kg at 155°C)		初期 15kHz,0.5T, 155°C,5000h 保持後	30 60	30 60	30 60	30 60	

[0103]

[Table 15]

		実施例1	実施例48	実施例49	実施例50	実施例51	
金属磁性粉末	種類	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	
	平均粒径(μm)	75	75	75	75	75	
絶縁処理液 (g)	扁平度	8	8	8	8	8	
		燐酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	燐酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	燐酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	燐酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	燐酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	
		A	A	A	A	A	
		3.0	3.5	2.6	2.3	2.0	
熱硬化性樹脂組成物	熱硬化性樹脂組成物量 (重量%)	600	600	600	600	600	
	成型圧力 (MPa)	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	
硬化条件 (°C / h)	曲げ	(kg/mm ² at 155°C)	10.5	10.5	10.5	10.5	
		(kg/mm ² at 180°C)	10.2	10.2	10.2	10.2	
	強度	(kg/mm ² at 155°C)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
		(kg/mm ² at 180°C)	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
固有抵抗 (Ω·cm at 155°C)	初期	2.0	2.9	1.8	1.6	1.4	
	155°C,5000h 保持後	1.7	1.9	1.6	1.5	1.2	
鉄損 (W/kg at 155°C)	初期	20	18	23	23	25	
	15kHz,0.5T, 155°C,5000h 保持後	30	28	32	35	39	

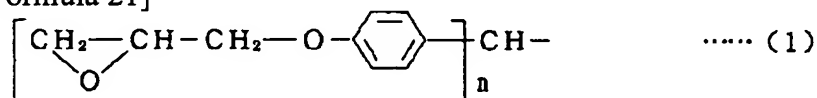
[0104] After insulating metal magnetism powder from examples 1-5 (it indicates to Table 5) with the inorganic coat which has thermal resistance, While adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance containing bismaleimide and a diaryl phenol, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press It turns out that it has the mechanical characteristic, the electrical property, and magnetic properties which were excellent also after holding the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less at 155 degrees C for 5000 hours.

[0105] After insulating metal magnetism powder from examples 6-9 and the example 1 (it indicates to Table 6) of a comparison with the inorganic coat which has thermal resistance, While adding the thermosetting resin

constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press Although it has the mechanical characteristic which was excellent also after holding the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less at 155 degrees C for 5000 hours, an electrical property, and magnetic properties, when heating curing temperature becomes 500 degrees C, it turns out that a mechanical characteristic, and the electrical property and magnetic properties after heat deterioration fall.

[0106] After insulating metal magnetism powder from examples 6-17 with the inorganic coat which has thermal resistance, The thermosetting resin constituent which contains bismaleimide and diamines, namely, has F or more sorts of thermal resistance which makes amino maleimide a subject is added. While mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press, it turns out that it has the mechanical characteristic, the electrical property, and magnetic properties which were excellent also after holding the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less at 155 degrees C for 5000 hours. Following general formula (1) [0107] after insulating metal magnetism powder from examples 18-30 with the inorganic coat which has thermal resistance

[Formula 21]



式中、nは3以上の整数である。

[0108] While adding the thermosetting resin constituent which comes out and contains the polyfunctional epoxy resin expressed at least and which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press, it turns out that it has the mechanical characteristic, the electrical property, and magnetic properties which were excellent also after holding the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less at 155 degrees C for 5000 hours. The following general formula after insulating metal magnetism powder from examples 31-35 with the inorganic coat which has thermal resistance (2) (3) Or (4) [0109]

[Formula 22]

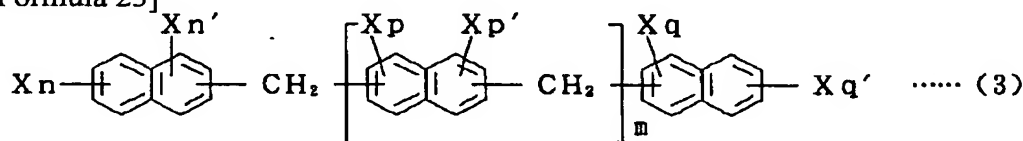


式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、mは1、2又は3である。

[0110]

[Formula 23]



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

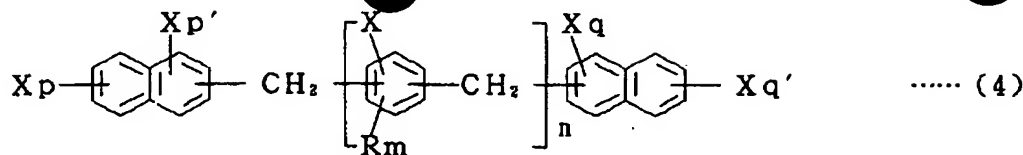
n、n'、p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、n及びn'、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

nは0、1又は2である。

[0111]

[Formula 24]



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

Rは炭素数1~10のアルキル基を示す。mは0、1又は2であり、nは1、2又は3である。

p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

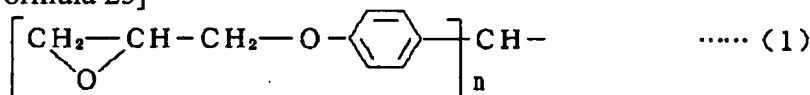
但し、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

[0112] While adding the thermosetting resin constituent which contains the epoxy resin which comes out and has the naphthalene frame expressed at least and which has F or more sorts of thermal resistance, mixing and carrying out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press, it turns out that it has the mechanical characteristic, the electrical property, and magnetic properties which were excellent also after holding the dust core acquired by carrying out heat hardening at the temperature of 300 degrees C or less at 155 degrees C for 5000 hours.

[0113] When the thing of a zinc phosphate system or a phosphoric acid system is used from examples 36-39 as an inorganic insulation coat which has thermal resistance, it processes with the mixed liquor containing phosphoric acid, a magnesium oxide, and boric acid, and it turns out that the property of the dust core acquired is low compared with the case where the vitrified insulation coat which uses P, Mg, B, and Fe as an indispensable component is formed.

[0114] The examples 2 and 3 of a comparison show that the electrical property and magnetic properties of a dust core after holding at 155 degrees C for 5000 hours are falling sharply compared with the first stage when a titanium system surface active agent and a zirconium system surface active agent are used as an inorganic insulation coat. Examples 40-42 to (a) Following general formula (1) [0115] containing three or more p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl groups

[Formula 25]



式中、nは3以上の整数である。

[0116] The polyfunctional epoxy resin come out of and expressed, and (b) The blending ratio of coal with the bifunctional epoxy resin which has two p-(2, 3-epoxy propoxy) phenyl groups (b) / (a) When 1 is exceeded by the weight ratio, it turns out that it is in the inclination for the mechanical characteristic, the electrical property, and magnetic properties of a dust core after holding at 155 degrees C for 5000 hours to fall.

[0117] As for examples 43-47, that it is useful also shows the metal magnetism powder which mixed a Fe-Si alloy powder, a Fe-aluminum alloy powder, a Fe-Si-aluminum alloy powder, or them and atomization iron powder. From an example 1, and 48-51 (it indicates to Table 15), the compounding ratio of the metal magnetism powder which carried out inorganic insulation processing, and the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance is understood that 2.0-3.0 are the optimal by the weight ratio.

[0118] [Example 52] As shown in a rotating-machine stator and production drawing 8 of a rotating machine, the dust core produced in the example 1 was used as the iron core core 1, and the rotating-machine stator equipped with the lead wire 4 for connecting with two or more coils 2 contained in two or more slots 3 of the iron core core 1 and two or more of these coils 2 electrically was produced. It is convenient also from from [when there is little futility of an ingredient and industrial waste is reduce also from on economy as compared with the approach of slush into a mold the metal magnetism powder in which the iron core core carried out inorganic insulation processing in this stator, and the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, and carry out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press,

pierce silicon steel since heat hardening is carry out and it is obtain at the temperature of 300 degrees C or less, and produce an iron core core]. Moreover, combining this stator and rotator, as shown in drawing 9 , the rotating machine was manufactured. Since this rotating machine has the high thermal resistance of the iron core core of a stator, it does not have the worries about printing etc.

[0119] [Example 53] As shown in production drawing 10 of a transformer, the dust core produced in the example 1 was used as the iron core core 1, and the transformer was manufactured combining the primary coil 7 and the secondary coil 6. It is convenient also from from [when there is little futility of an ingredient and industrial waste is reduce also from on economy as compared with the approach of slush into a mold the metal magnetism powder in which the iron core core carried out inorganic insulation processing at this transformer, and the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, and carry out pressurization molding by the pressure of 100-800MPa with a powder moulding press, pierce silicon steel since heat hardening is carry out and it is obtain at the temperature of 300 degrees C or less, and produce an iron core core]. Moreover, this transformer does not have the worries about printing etc. in order to use a heat-resistant high iron core core.

[0120] [Example 54] As shown in production-1 drawing 11 of a reactor, the dust core produced in the example 1 was used as the iron core core 1, and the heat conductivity produced the reactor using the resin-mould coil 8 which carried out the mold of the coil by the mold which is 2-4W/km. Although the reactor which consists of the iron core and mold coil which used the conventional dust core as the core needed to attach the cooling fan so that the temperature of an iron core core might not rise during operation, and it needed to carry out direct water cooling further, since this reactor is using the iron core core excellent in thermal resistance, it does not have to carry out water cooling etc.

[0121] [Example 55] As shown in production-2 drawing 12 of a reactor, while using the mold coil 8 which used as the iron core core 1 the dust core produced in the example 1, and carried out the mold of the coil by the mold whose thermal conductivity is 2-4W/km, in order to raise heat leakage nature, the reactor filled up with the insulating material whose thermal conductivity is 0.2-4W/km between the iron core core 1 and the mold coil 8 was produced. Although the reactor which consists of the iron core and mold coil which used the conventional dust core as the core needed to attach the cooling fan so that the temperature of an iron core core might not rise during operation, and it needed to carry out direct water cooling further, since this reactor is using the iron core core excellent in thermal resistance, it does not have to carry out water cooling etc. This reactor has the inductance of 150 microhenries or more by 250A, and that value hardly changed in 10kHz-400kHz.

[0122]

[Effect of the Invention] While according to this invention adding the thermosetting resin constituent which has F or more sorts of thermal resistance, mixing to the metal magnetism powder covered with the inorganic insulating layer which has thermal resistance and carrying out pressurization molding by 100-800MPa with a powder moulding press Since heat hardening is carried out below 300 degrees C and the dust core is produced, also after holding at 155 degrees C for 5000 hours, a dust core can maintain the insulation between metal magnetism powder particles, shows the specific resistance of 0.1-10-ohmcm, and can control increase of the eddy current loss by contact of a metal magnetism powder comrade. If the reactor which made this dust core the iron core has the advantage that it can be used even if it does not cool water cooling etc. and a dust core is used instead of silicon steel, since it does not have to carry out punching etc., it has the advantage that an ingredient does not become useless.

[Translation done.]

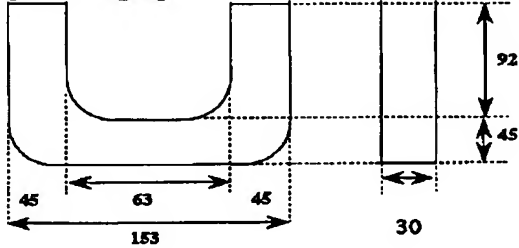
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

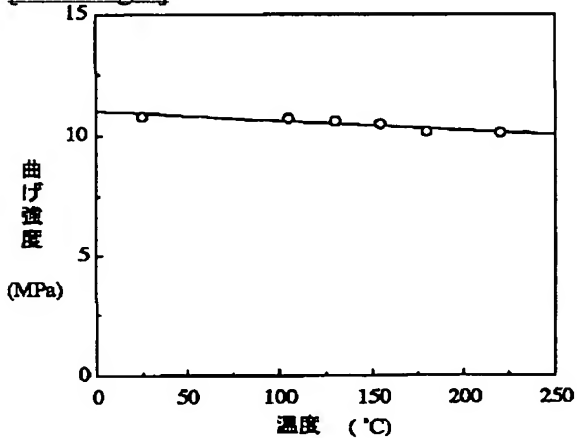
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

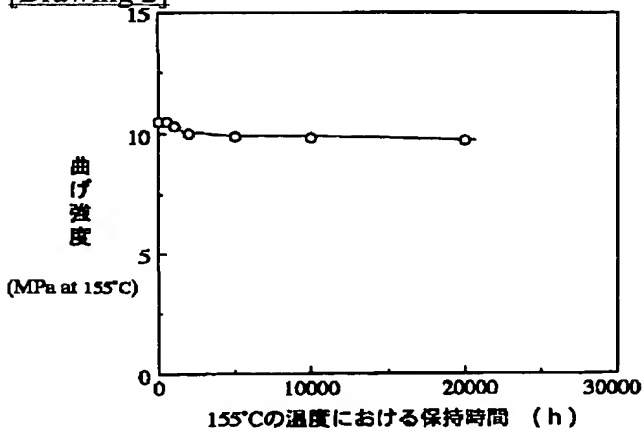
[Drawing 4]



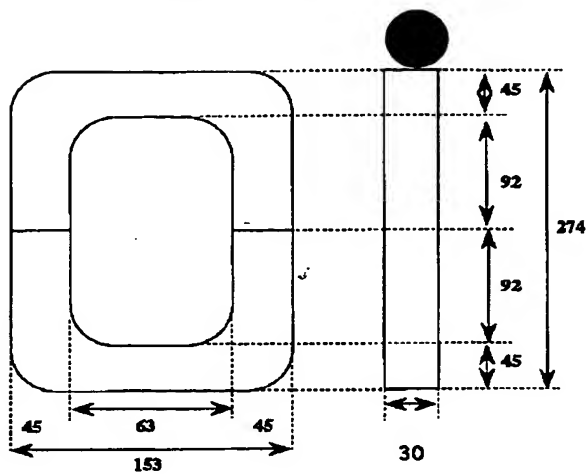
[Drawing 1]



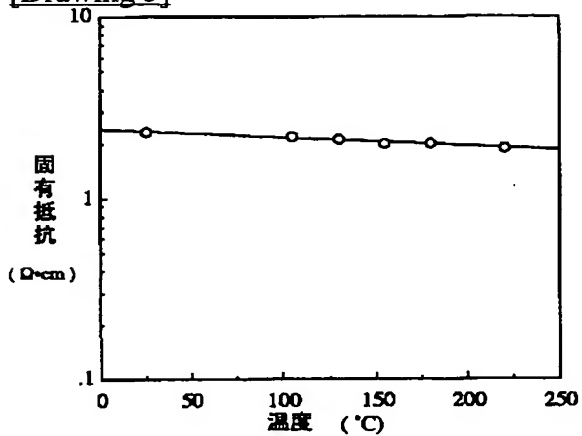
[Drawing 2]



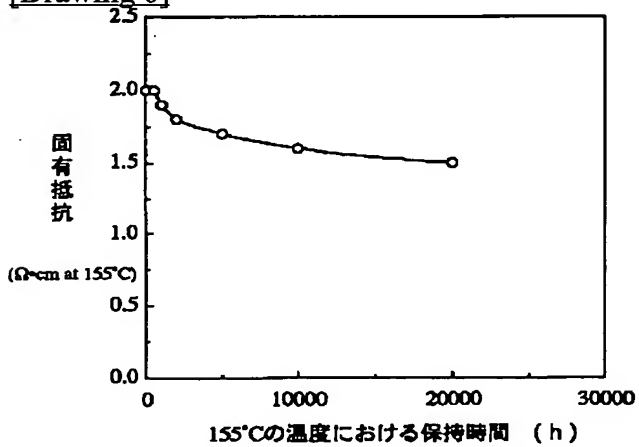
[Drawing 3]



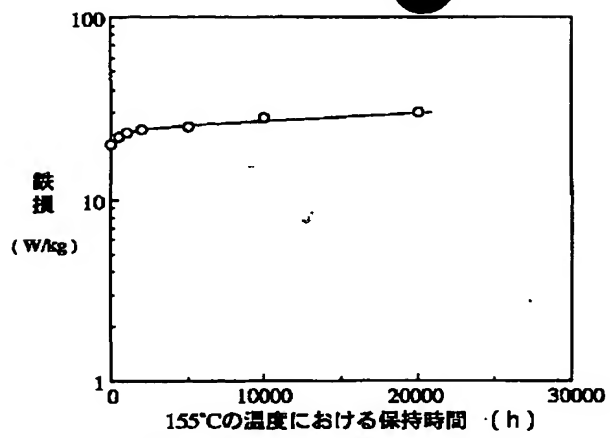
[Drawing 5]



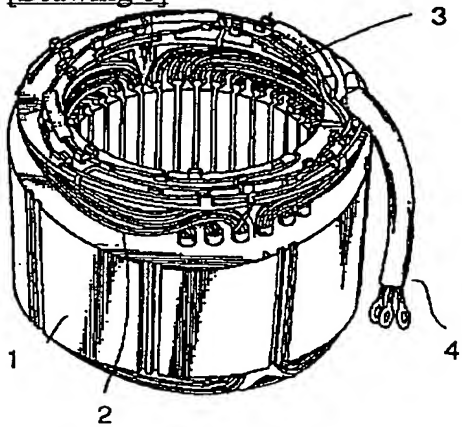
[Drawing 6]



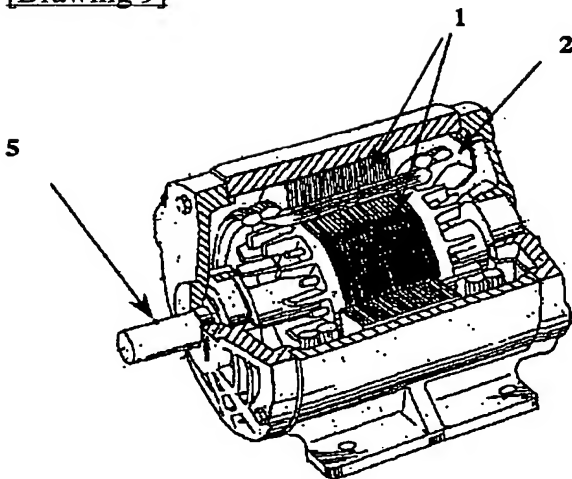
[Drawing 7]



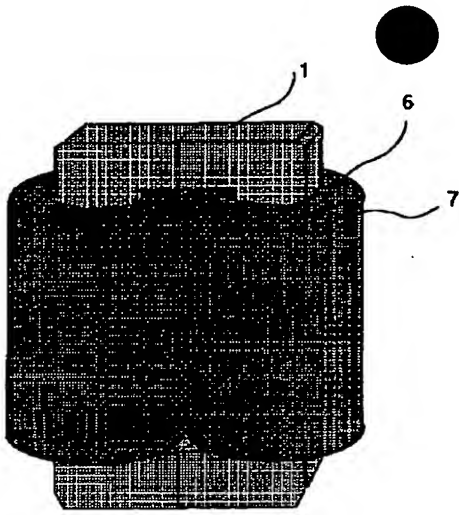
[Drawing 8]



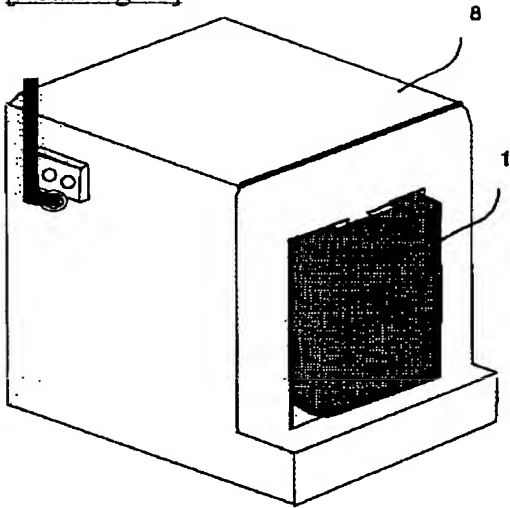
[Drawing 9]



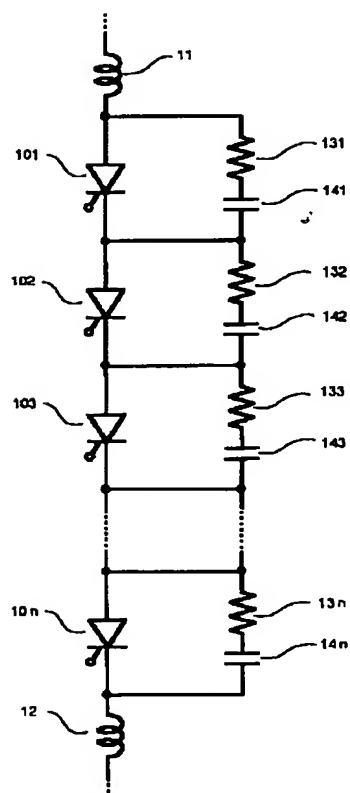
[Drawing 10]



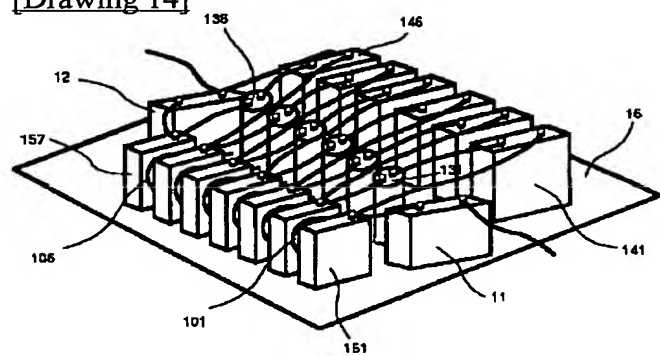
[Drawing 11]



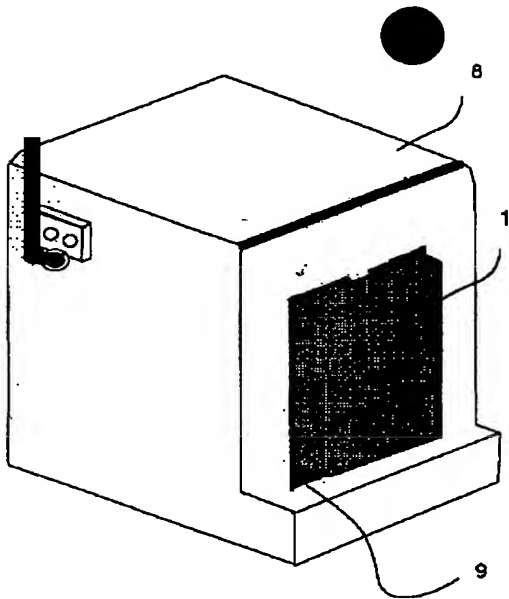
[Drawing 13]



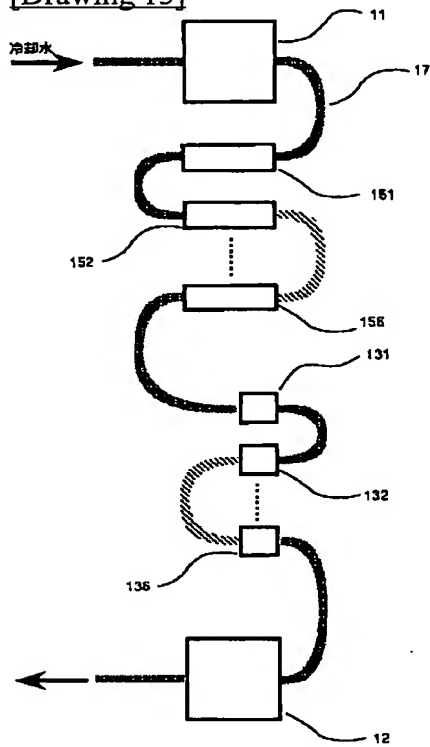
[Drawing 14]



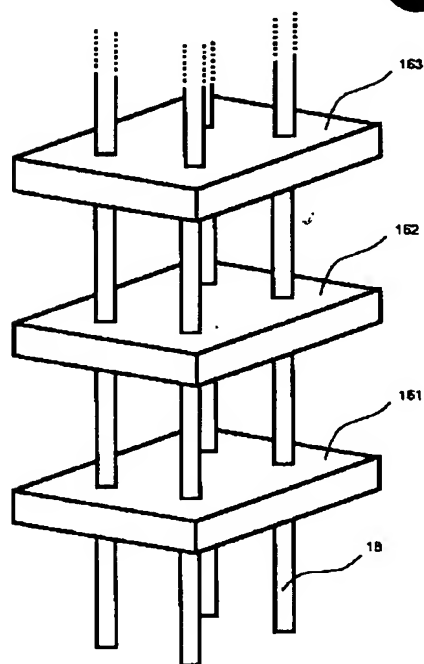
[Drawing 12]



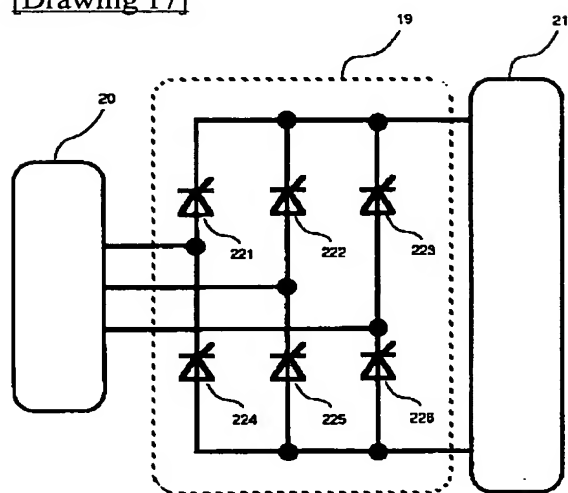
[Drawing 15]



[Drawing 16]



[Drawing 17]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-102409

(43)Date of publication of application : 15.04.1997

(51)Int.Cl.

H01F 1/24
C08K 3/08
C08L 63/00
// H02K 1/02

(21)Application number : 07-255300

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI POWDERED METALS CO LTD

(22)Date of filing : 02.10.1995

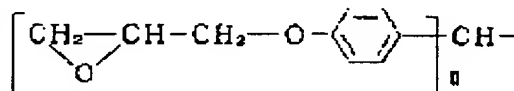
(72)Inventor : KOYAMA TORU
SHIRAHAMA HIDEFUMI
GOTO KAZUO
TANAKA CHIKARA
ASAKA KAZUO
MIYAO HIROSHI

(54) RESIN COMPOSITION FOR DUST CORE, DUST CORE, REACTOR, AND ELECTRIC DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a dust core with a high effective permeability and a high magnetic flux density by adding to a metallic magnetic powder covered with an inorganic insulation layer a thermosetting resin composition including an epoxy resin with specific chemical structure of specified weight percentage and by forming and curing it thereafter.

SOLUTION: A metallic magnetic powder of 99.5 to 92.0 in weight percentage of Fe-Al alloy powder such as atomized iron powder covered with an inorganic insulation film is added and mixed with a 5 to 8wt.% thermosetting resin composition including an epoxy resin of 100 to 50 weight part having a heat resistance of more than F kinds as represented by a general formula and an epoxy resin of 0 to 50 weight part having two p-(2,3-epoxypropoxy)phenyl groups, and it is formed under a pressure of 100 to 800Mpa by a powder forming press while heating it at 300° C for hardening. Thus, even when it is kept at 155° C for 5000 hours, mutual insulation among metallic magnetic powder particles can be kept and its specific resistance becomes 0.1 to 10Ωcm, thereby suppressing an increase in eddy current loss.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-102409

(43)公開日 平成9年(1997)4月15日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 1/24			H 0 1 F 1/24	
C 0 8 K 3/08			C 0 8 K 3/08	
C 0 8 L 63/00	N J W		C 0 8 L 63/00	N J W
// H 0 2 K 1/02			H 0 2 K 1/02	A

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 37 頁)

(21)出願番号 特願平7-255300

(22)出願日 平成7年(1995)10月2日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000233572

日立粉末冶金株式会社

千葉県松戸市稔台520番地

(72)発明者 小山 徹

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72)発明者 白濱 秀文

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(74)代理人 弁理士 平木 祐輔

最終頁に続く

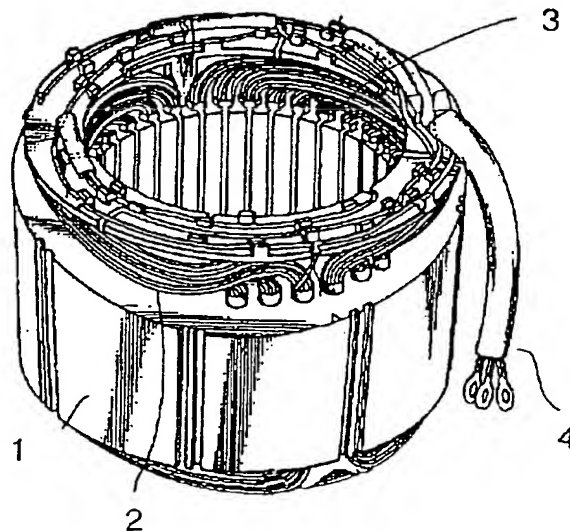
(54)【発明の名称】 圧粉磁心用樹脂組成物、圧粉磁心、リアクトル及びそれを用いた電気機器

(57)【要約】

【課題】 高耐熱性、高周波で高実効透磁率、かつ高磁束密度の圧粉磁心を作製し得る圧粉磁心用樹脂組成物、圧粉磁心、それを用いたコイル、リアクトル、サイリスタバルブ、モータ、トランス等の電気機器を提供することである。

【解決手段】 耐熱性を有する無機絶縁皮膜で被覆した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心、及びそれをコアとした電気機器。

【効果】 155℃に5000時間保持しても金属磁性粉末粒子相互の絶縁が維持でき、金属磁性粉末同士の接触による渦電流損失の増大を抑制でき、高い周波数帯域まで透磁率を低下させずに保つことができ、冷却等を簡略化できる。また、圧粉磁心をコアとした電気機器は、通常の珪素鋼板を鉄心コアとした電気機器と異なり、打ち抜きを必要としないので、コアの材料の無駄をなくすることができる。



1

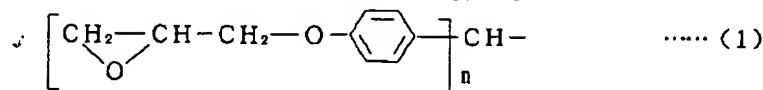
2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 (A) p-(2, 3-エポキシプロポキシ)フェニル基を2個

*シ) フェニル基を3個以上含む、下記一般式(1)

【化1】



式中、nは3以上の整数である。

で表される多官能エポキシ樹脂100～50重量部と、

*び(B)無機絶縁被膜処理した金属磁性粉末99.5～

p-(2, 3-エポキシプロポキシ)フェニル基を2個1092.0重量%を含有する圧粉磁心用樹脂組成物。

有する二官能性エポキシ樹脂0～50重量部とを少なく

【請求項2】 (A) 下記一般式(2)、(3)又は(4)

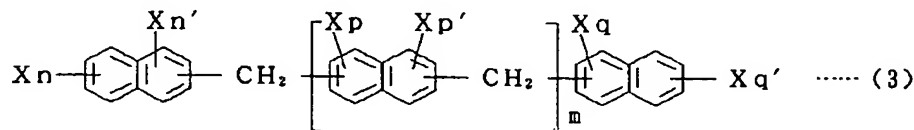
とも含む熱硬化性樹脂組成物0.5～8.0重量%、及*

【化2】

式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基(2, 3-エポキシプロポキシ基)を示す。

n、mは1、2又は3である。

【化3】

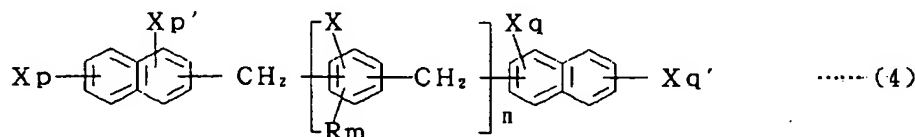
式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基(2, 3-エポキシプロポキシ基)を示す。

n、n'、p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、n及びn'、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

nは0、1又は2である。

【化4】

式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基(2, 3-エポキシプロポキシ基)を示す。

Rは炭素数1～10のアルキル基を示す。mは0、1又は2であり、nは1、2又は3である。

p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

で表されるナフタレン骨格を有するエポキシ樹脂を少なくとも含む熱硬化性樹脂組成物0.5～8.0重量%、及び(B)無機絶縁被膜処理した金属磁性粉末99.5～92.0重量%を含有する圧粉磁心用樹脂組成物。

【請求項3】 (A) アミノマレイミド0.5～8.0重量%、及び(B)無機絶縁被膜処理した金属磁性粉末99.5～92.0重量%を含有する圧粉磁心用樹脂組成物。

【請求項4】 (A) アミノマレイミド0.5～5.0重量%、(B)エポキシ樹脂0.5～5.0重量%、及び(C)無機絶縁被膜処理した金属磁性粉末99.0～90.0重量%を含有する圧粉磁心用樹脂組成物。

【請求項5】 (A) ビスマレイミド100重量部と、ジアルリルビスフェノール類50～100重量部とを少なくとも含む樹脂組成物0.5～8.0重量%、及び

50 (B) 無機絶縁被膜処理した金属磁性粉末99.5～9

2. 0重量%を含有する圧粉磁心用樹脂組成物。

【請求項6】 (A) ビスマレイミド100重量部と、ジアリルビスフェノール類50～100重量部と、多官能性エポキシ樹脂0～100重量部とを少なくとも含む樹脂組成物0.5～8.0重量%、及び(B)無機絶縁被膜処理した金属磁性粉末99.5～92.0重量%を含有する圧粉磁心用樹脂組成物。

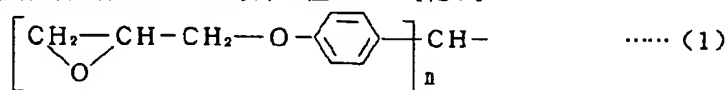
【請求項7】 金属磁性粉末と、燐酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液とを混合し、該金属磁性粉末にP、Mg、B及びFeを必須成分とするガラス状絶縁皮膜を形成した混合体を調製し、該混合体を乾燥させて水分を除去する第1工程と、該乾燥させた混合体99.5～92.0重量%に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を0.5～8.0重量%添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800MPaの圧力で固化成型する第2工程と、該固化成型体を300℃以下の温*

*度で加熱硬化する第3工程とを備えたことを特徴とする圧粉磁心の製造方法。

【請求項8】 金属磁性粉末に絶縁皮膜を形成した後、バインダを混合し、加圧成型及び加熱硬化してなる圧粉磁心において、該絶縁皮膜が燐酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して得られたP、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜であり、該バインダがF種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物であり、該加圧成型が粉末成型プレスの100～800MPaの圧力による加圧成型であり、該加熱硬化が300℃以下の温度による加熱硬化であることを特徴とする圧粉磁心。

【請求項9】 該F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物が、p-(2,3-エポキシプロポキシ)フェニル基を3個以上含む、下記一般式(1)

【化5】



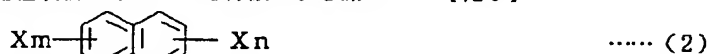
式中、nは3以上の整数である。

で表される多官能エポキシ樹脂100～50重量部と、p-(2,3-エポキシプロポキシ)フェニル基を2個有する二官能性エポキシ樹脂0～50重量部とを少なくとも含む熱硬化性樹脂組成物であることを特徴とする請※

※求項8記載の圧粉磁心。

【請求項10】 該F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物が、下記一般式(2)、(3)又は(4)

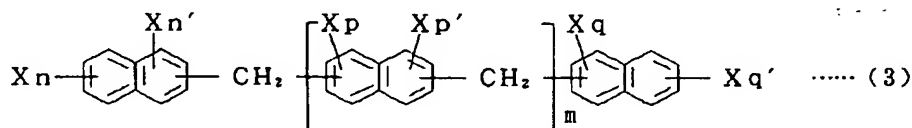
【化6】



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基(2,3-エポキシプロポキシ基)を示す。

n、mは1、2又は3である。

【化7】



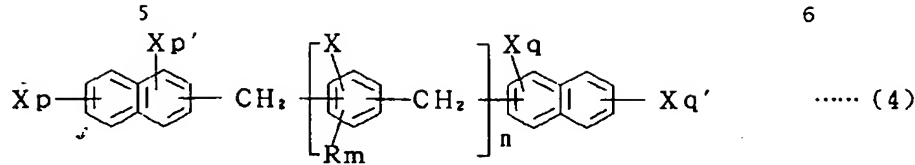
式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基(2,3-エポキシプロポキシ基)を示す。

n、n'、p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、n及びn'、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

nは0、1又は2である。

【化8】



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{O})-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

Rは炭素数1~10のアルキル基を示す。mは0、1又は2であり、nは1、2又は3である。

p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

で表されるナフタレン骨格を有するエポキシ樹脂を少なくとも含む熱硬化性樹脂組成物であることを特徴とする請求項8記載の圧粉磁心。

【請求項11】 該F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物が、アミノマレイミドを少なくとも含む熱硬化性樹脂組成物であることを特徴とする請求項8記載の圧粉磁心。

【請求項12】 該F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物が、ビスマレイミドを少なくとも含む熱硬化性樹脂組成物であることを特徴とする請求項8記載の圧粉磁心。

【請求項13】 該無機絶縁被膜処理した金属磁性粉末が、偏平度7~10の金属磁性粉末であることを特徴とする請求項8記載の圧粉磁心。

【請求項14】 金属磁性粉末を絶縁剤で皮膜処理して、バインダを混合し、加圧成型及び加熱硬化してなる圧粉磁心であって、155℃に5000時間保持した後の0.5テスラ、15kHzにおける鉄損が初期の15倍以下であることを特徴とする圧粉磁心。

【請求項15】 金属磁性粉末を絶縁剤で皮膜処理して、バインダを混合し、加圧成型及び加熱硬化してなる圧粉磁心であって、155℃に5000時間保持した後の固有抵抗が初期の0.05倍以上であることを特徴とする圧粉磁心。

【請求項16】 金属磁性粉末を絶縁剤で皮膜処理して、バインダを混合し、加圧成型及び加熱硬化してなる圧粉磁心であって、155℃に5000時間保持した後の磁束密度が、周波数50Hz~500kHzの範囲で1テスラ以上である圧粉磁心。

【請求項17】 鉄心コアと巻線とを有するリアクトルにおいて、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100~800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトル。

【請求項18】 鉄心コアとモールドコイルとを有する

リアクトルにおいて、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100~800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトル。

20 【請求項19】 該モールドコイルが、F種以上の耐熱性を有し、熱伝導率が2~4W/Kmのモールドレジンでモールドしたコイルであることを特徴とする請求項18記載のリアクトル。

【請求項20】 該鉄心コアと該モールドコイルとの間に熱伝導率が0.2~4W/Kmの絶縁物を配したことを特徴とする請求項18記載のリアクトル。

30 【請求項21】 鉄心コアと巻線とを有するリアクトルにおいて、155℃に5000時間保持した後の0.5テスラ、15kHzにおける鉄損が初期の15倍以下である圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトル。

【請求項22】 鉄心コアと巻線とを有するリアクトルにおいて、155℃で5000時間保持した後の固有抵抗が初期の0.05倍以上である圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトル。

【請求項23】 鉄心コアと巻線とを有するリアクトルにおいて、155℃で5000時間保持した後の磁束密度が、周波数50Hz~500kHzの範囲で1テスラ以上である圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトル。

40 【請求項24】 半導体スイッチ素子とリアクトルの直列回路を有する半導体スイッチにおいて、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100~800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心をリアクトルの鉄心コアとした半導体スイッチ。

50 【請求項25】 磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及び

Feを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心をリアクトルの鉄心コアとした半導体スイッチを用いた直流送電バルブ。

【請求項26】 磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心をリアクトルの鉄心コアとした半導体スイッチを用いた静止型無効電力補償装置。

【請求項27】 磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心をリアクトルの鉄心コアとした半導体スイッチを用いたサイリスタモータ。

【請求項28】 複数のスロットを有する鉄心コアと、該スロット内に収納される複数のコイルと、該複数のコイルと電気的に接続するための口出線とを備えた回転機固定子において、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心を鉄心コアとしたことを特徴とする回転機固定子。

【請求項29】 複数のスロットを有する鉄心コアと、該スロット内に収納される複数のコイルと、該複数のコイルと電気的に接続するための口出線とを備えた固定子、及び回転子を有する回転機において、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心を固定子の鉄心コアとしたことを特徴とする回転機。

【請求項30】 一次コイルと、二次コイルと、鉄心コアとを有する変圧器において、磷酸、酸化マグネシウム

及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心を鉄心コアとしたことを特徴とする変圧器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】本発明は、高耐熱性、高周波における高実効透磁率及び高磁束密度を有する圧粉磁心を作り得る圧粉磁心用樹脂組成物、圧粉磁心、並びにそれを用いたリアクトル、サイリスタバルブ、モータ、トランス等の電気機器に関する。

【0002】

【従来の技術】交流を直流に変換する順変換装置（整流装置）、直流を交流に変換する逆変換装置（インバータ）、交流から負荷に送られる交流電力を制御する交流電力調整装置、ある周波数の交流を異なる周波数の交流に交換する周波数変換装置、直流電力を異なった電圧の直流電力に変換する直流変換装置あるいは無接点遮断機等の電気機器には、その電気回路構成要素として、サイリスタ又はトランジスタに代表される半導体スイッチング素子並びにこれに接続されたターンオンストレス緩和用リアクトル、転流リアクトル、エネルギー蓄熱用リアクトルあるいはマッチング用変圧器等が使用されている。このようなリアクトルや変圧器を構成している鉄心としては、層間絶縁を施した薄い電磁鋼板又はパーマロイ等を積層した積層鉄心が使われていた。

30 【0003】しかし、前述のリアクトルや変圧器には、半導体のスイッチングに伴い、スイッチング周波数の周期を有する電流の他に、スイッチング周波数よりはるかに高い周波数である数10kHzから場合によっては500kHzを超える高周波数成分を有する電流が流れることがある。積層鉄心は、商用周波数帯域においては優れた電気特性を示すものの、高周波数帯域においては鉄心の鉄損失が著しい。特に、渦電流損失が周波数の二乗に比例して増加し、また鉄心を形成する板材の表面から内部に入るにつれて鉄心材料の表皮効果によって磁化力が変化しにくくなるという性質を有している。

40 【0004】従って、積層鉄心は、高周波数帯域においては本来鉄心材料自身が有している飽和磁束密度よりも、はるかに低い磁束密度でしか使用することができず、渦電流損失も極めて大きいという問題がある。このため、高い周波数電流が流れる半導体スイッチング素子並びにこれに接続されたターンオンストレス緩和用リアクトル、転流リアクトル、エネルギー蓄熱用リアクトルあるいはマッチング用変圧器等に積層鉄心を使用する場合、実効透磁率及び磁束密度を補償するために、鉄心自身を大型化しなければならず、それに伴い、鉄損が大き

くなり、鉄心に巻かれているコイルの長さが長くなるため銅損も大きくなるという欠点があった。

【0005】一方、高周波用磁性材料としては、近年多用されているソフトフェライトがある。このソフトフェライトは前記電磁鋼板と比較すると高周波特性に優れ、鉄損値も低い、磁束密度が低いという欠点があった。そのため、高周波で実効透磁率が高く、且つ磁束密度の高い鉄心の開発が強く望まれていた。また、金属磁性粉末を絶縁性の有機バインダと混合した後、加圧成型し、更に必要に応じてバインダを加熱硬化させて得られる圧粉磁心が知られている。この圧粉磁心は、「(1) 金属磁性粉末の電気抵抗を高くし、粉末粒子寸法を最適化して金属磁性粉末粒子内の渦電流を小さくすること、及び(2) 粉末粒子を相互に絶縁して粒子の直接接触をなくし、鉄心全体の渦電流損を小さくすること」の2つが実現できれば、良好な周波数特性が期待できる。また、飽和磁束密度の高い金属磁性粉末を用いて粉末粒子間の磁気的空隙を小さくし、磁性粉末の占積率を高くすることができれば、高周波において高実効透磁率を有するとともに、高磁束密度を有する圧粉磁心を得ることができ、前述のリアクトルや変圧器を構成している鉄心に有用となる。

【0006】そこで、近年圧粉磁心の検討が盛んに行われるようになってきた。圧粉磁心を前述のリアクトルに実用化する上でのキーポイントは、初期は勿論、155℃の温度で5000時間保持した後でも、金属磁性粉末粒子が相互に絶縁され、鉄損が少ないことである。このようなポイントに基づき、種々の圧粉磁心が提案されている。例えば、特開昭59-50138号公報や特開昭62-169402号公報に記載されているように金属磁性粉末をエポキシ樹脂やフッ素樹脂等の絶縁性の有機バインダで圧縮成型、被覆した圧粉磁心、特開昭55-130103号公報に記載されているように珪酸ソーダを主成分とする水ガラス等の無機物絶縁層で金属磁性粉末を被覆し、更にその上に有機物絶縁層を被覆した圧粉磁心、特開昭60-65509号公報に記載されているように酸素を含む雰囲気中で熱処理を施し、表面に絶縁性の酸化物を生成させた金属磁性粉末に絶縁性の有機バインダを加えて圧縮成型した圧粉磁心、特開昭61-82402号公報に記載されているように電気絶縁性無機化合物粉末を金属磁性粉末表面に被覆し、絶縁性の有機バインダで圧縮成型した圧粉磁心、特開平06-11008号公報に記載されているように、シラン系、チタン系界面活性剤で処理、絶縁した金属磁性粉末に、無機化合物粉末を添加した電気絶縁性の有機バインダを加え、圧縮成型した圧粉磁心、特公平1-51046号公報に記載されているように、燐酸エステルで被覆絶縁した金属磁性粉末に、電気絶縁性の固着樹脂を添加、圧縮成型した圧粉磁心、特開平06-260319号公報に記載されているように、燐酸、酸化マグネシウム及び硼酸を

含む混合液で処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とするガラス状絶縁層を被覆した金属磁性粉末にエポキシ樹脂、イミド樹脂、フッ素樹脂等を添加、混合し、粉末成型プレスで固化成型するとともに、400～600℃で焼鈍して得られた圧粉磁心等がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】以上の圧粉磁心の中にも、金属磁性粉末粒子が相互に絶縁され、固有抵抗が0.1～10Ωcmで鉄損が少なく、周波数が50Hz～500kHzの範囲で磁束密度が1テスラ以上を示しているものがある。しかしながら、いずれの圧粉磁心も、155℃に5000時間保持すると金属磁性粉末粒子相互の絶縁が不十分になり、絶縁固有抵抗が低下し、鉄損が増大するという問題点があった。

【0008】本発明の目的は、上記問題点を解決し、155℃に5000時間保持しても金属磁性粉末粒子相互の絶縁を維持でき、0.1～10Ωcmの固有抵抗値を有し、鉄損が少なく、磁束密度が周波数50Hz～500kHzの範囲で1テスラ以上を示す圧粉磁心を製造し、これをコイル、リアクトル、サイリスタバルブ、モータ、トランス等の電気機器に適用することにある。

【0009】

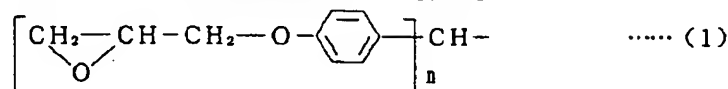
【課題を解決するための手段】上記課題に鑑み本発明者らは、金属磁性粉末の種類、形状や粒度分布、絶縁被膜の種類や量、バインダの種類や量、成型固化工程、加熱硬化工程等を種々検討した結果、金属磁性粉末の絶縁被膜の種類や量、バインダの種類や量、加熱硬化工程に問題があることを見出した。特に、金属磁性粉末の絶縁被膜として、燐酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で磁性粉末を処理して得られたP、Mg、B及びFeを必須成分とするガラス状絶縁層が耐熱性の観点から好ましいことを見出した。

【0010】特開平06-260319号公報記載の発明では、金属磁性粉末と、燐酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液とを混合し、該金属磁性粉末にP、Mg、B及びFeを必須成分とするガラス状絶縁皮膜を形成した混合体を調製し、該混合体を乾燥させて水分を除去する第1工程と、該乾燥させた混合体にエポキシ樹脂、イミド樹脂やフッ素樹脂を添加、混合し、粉末成型プレスで固化成型する第2工程と、該固化成型体の歪みを除くため400～600℃で1時間加熱、焼鈍する第3工程とを経て、圧粉磁心を製造しているが、この第3工程において、バインダであるエポキシ樹脂、イミド樹脂やフッ素樹脂が、熱劣化して分解することに問題があることが分かった。

【0011】その結果、耐熱性を有する無機絶縁層で被覆した金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800MPa、好ましくは400～700MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下、好ま

11

しくは250℃以下で加熱硬化して得られる圧粉磁心は、155℃に5000時間保持した後の固有抵抗が0.1~10Ωcmを示し、磁束密度が周波数50Hz~500kHzの範囲で1テスラ以上あり、リアクトル、サイリスタバルブ、モータ、トランス等の電気機器*



式中、nは3以上の整数である。

【0013】で表される多官能エポキシ樹脂100~50重量部と、p-(2,3-エポキシプロポキシ)フェニル基を2個有する二官能性エポキシ樹脂0~50重量部とを少なくとも含む熱硬化性樹脂組成物0.5~8.0重量%、

※0重量%、

②下記一般式(2)、(3)もしくは(4)

【0014】

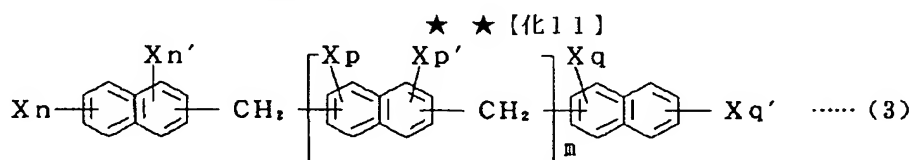
【化10】



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基(2,3-エポキシプロポキシ基)を示す。

n、mは1、2又は3である。

【0015】



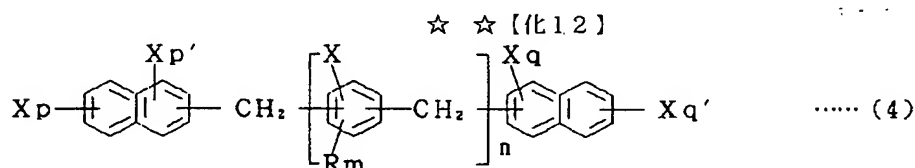
式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基(2,3-エポキシプロポキシ基)を示す。

n、n'、p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、n及びn'、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

nは0、1又は2である。

【0016】



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基(2,3-エポキシプロポキシ基)を示す。

Rは炭素数1~10のアルキル基を示す。mは0、1又は2であり、nは1、2又は3である。

p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

【0017】で表されるナフタレン骨格を有するエポキシ樹脂を少なくとも含む熱硬化性樹脂組成物0.5~8.0重量%、

③アミノマレイミド0.5~8.0重量%、

④ビスマレイミド100重量部と、ジアリルビスフェノール類50~100重量部とを少なくとも含む樹脂組成物0.5~

ール類50~100重量部とを少なくとも含む樹脂組成物0.5~8.0重量%、又は

⑤ビスマレイミド100重量部と、ジアリルビスフェノール類50~100重量部と、多官能性エポキシ樹脂0

50~100重量部とを少なくとも含む樹脂組成物0.5~

8.0重量%、並びに

(B)無機絶縁被膜処理した金属磁性粉末99.5~92.0重量%を含有する圧粉磁心用樹脂組成物である。

【0018】また、本発明は、(A)アミノマレイミド0.5~5.0重量%、(B)エポキシ樹脂0.5~5.0重量%、及び(C)無機絶縁被膜処理した金属磁性粉末99.0~90.0重量%を含有する圧粉磁心用樹脂組成物である。

【0019】さらに、本発明は、金属磁性粉末と、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液とを混合し、該金属磁性粉末にP、Mg、B及びFeを必須成分とするガラス状絶縁皮膜を形成した混合体を調製し、該混合体を乾燥させて水分を除去する第1工程と、該乾燥した混合体99.5~92.0重量%に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を0.5~8.0重量%添加、混合し、粉末成型プレスにより100~800MPaの圧力で固化成型する第2工程と、該固化成型体を300℃以下の温度で加熱硬化する第3工程とを備えたことを特徴とする圧粉磁心の製造方法である。

【0020】さらに、本発明は、金属磁性粉末に絶縁皮膜を形成した後、バインダを混合し、加圧成型及び加熱硬化してなる圧粉磁心において、該絶縁皮膜が磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して得られたP、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜であり、該バインダがF種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物であり、該加圧成型が粉末成型プレスの100~800MPaの圧力による加圧成型であり、該加熱硬化が300℃以下の温度による加熱硬化であることを特徴とする圧粉磁心である。

【0021】さらに、本発明は、金属磁性粉末を絶縁剤で皮膜処理して、バインダを混合し、加圧成型及び加熱硬化してなる圧粉磁心であって、155℃に5000時間保持した後の0.5テスラ、15kHzにおける鉄損が初期の15倍以下であるか、固有抵抗が初期の0.05倍以上であるか、磁束密度が周波数50Hz~500kHzの範囲で1テスラ以上である圧粉磁心である。

【0022】さらに、本発明は、鉄心コアと巻線又はモールドコイルとを有するリアクトルにおいて、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100~800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトルである。

【0023】さらに、本発明は、鉄心コアと巻線とを有するリアクトルにおいて、155℃に5000時間保持した後の0.5テスラ、15kHzにおける鉄損が初期の15倍以下であるか、固有抵抗が初期の0.05倍以上であるか、磁束密度が周波数50Hz~500kHz

の範囲で1テスラ以上である圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトルである。

【0024】さらに、本発明は、半導体スイッチ素子とリアクトルの直列回路を有する半導体スイッチにおいて、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100~800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心をリアクトルの鉄心コアとした半導体スイッチ、それを用いた直流送電バルブ、静止型無効電力補償装置及びサイリスタモータである。

【0025】さらに、本発明は、複数のスロットを有する鉄心コアと、該スロット内に収納される複数のコイルと、該複数のコイルと電氣的に接続するための口出線とを備えた回転機固定子において、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100~800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心を鉄心コアとしたことを特徴とする回転機固定子、及びその固定子と回転子とを有する回転機である。

【0026】さらに、本発明は、一次コイルと、二次コイルと、鉄心コアとを有する変圧器において、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で金属磁性粉末を処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とする無機絶縁皮膜を形成した絶縁金属磁性粉末に、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100~800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心を鉄心コアとしたことを特徴とする変圧器である。

【0027】以下、本発明を詳細に説明する。本発明に用いられる金属磁性粉末としてはアトマイズ鉄粉、電解鉄分、センダスト粉、Fe-3Siに代表されるFe-Si合金粉、Fe-Al合金粉、Fe-Si-Al合金粉、Fe-Ni合金粉、Fe-Co合金粉、Fe基あるいはCo基非晶質合金等が挙げられるが、この他にも従来から鉄心材料として用いられているものであれば使用してもよい。これらの金属磁性粉末は、各々単独又は混合系で使用される。これらのうち、磁束密度の関係から高純度アトマイズ粉を使用するのが好ましい。

【0028】金属磁性粉末内に流れる渦電流を微小域に閉じ込めるため、上記金属磁性粉末を微粉化するのが好ましい。金属磁性粉末の平均粒径は2.5~450μm、特に5~150μmが好ましい。透磁率を高く保持するには、金属磁性粉末間の磁氣的空隙を可能な限り減

少させて高密度化する必要がある。金属磁性粉末の充填率は充填量、粒度分布及び形状に支配される。金属磁性粉末が微粉ばかりの単分散品であると、金属磁性粉末の充填率は低い傾向にある。従って、金属磁性粉末を高密度充填するためには、金属磁性粉末の粒度分布を広くする必要がある。それには、例えば、平均粒径が大きい金属磁性粉末と平均粒径が小さい金属磁性粉末を混合すればよい。金属磁性粉末に微粉末、特に平均粒径0.1～0.9 μ mの球状微粉末を1～10重量%添加すると、コロの役目を果たして流動性がよくなり、高充填できるようになる。金属磁性粉末として鉄粉を用いる場合、圧粉磁心の密度を6.4～6.7にするのが好ましい。

【0029】金属磁性粉末は、加圧成型時に圧縮方向と垂直方向に並ぶため、磁気特性を向上させるために双ロールやボールミル等で金属磁性粉末を扁平加工するのが好ましい。特に、扁平度（平均直径／厚さ）を7～10にするのが好ましい。扁平加工した金属磁性粉末に微粉末、特に平均粒径0.1～0.9 μ mの球状微粉末を1～10重量%添加すると、コロの役目を果たして流動性がよくなるとともに、球状微粉末が扁平片の間に入り込み、高充填できるようになる。

【0030】高透磁率を得る目的で金属磁性粉末間の磁気的空隙を可能な限り減少させて高密度化するため、本発明に用いられる前記金属磁性粉末は、予め絶縁物で被膜処理し、金属磁性粉末に絶縁皮膜を形成してから加圧成型する。絶縁物として、エポキシ樹脂等の有機絶縁物、水ガラス等の無機絶縁物を用いると、加圧成型時の圧力で金属磁性粉末同士及び金属磁性粉末と成型金型との間で大きな摩擦力が発生したり、金属磁性粉末が塑性変形したりして、絶縁被膜が破壊し、金属磁性粉末の絶縁特性が低下する。

【0031】金属磁性粉末の絶縁皮膜としては耐熱性の無機絶縁皮膜が好ましい。そのような無機絶縁皮膜としては、例えば、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液に金属磁性粉末を処理して得られたP、Mg、B及びFeを必須成分とするガラス状の無機絶縁皮膜、磷酸及び酸化マグネシウムを含む混合液に処理して得られたP、Mg及びFeを必須成分とするガラス状の無機絶縁皮膜、磷酸亜鉛水溶液に処理して得られた無機絶縁皮膜、磷酸亜鉛及び硝酸カドミウムを含む混合水溶液に処理して得られた無機絶縁皮膜等がある。これらのうち、特に磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液に処理して得られたP、Mg、B及びFeを必須成分とするガラス状の無機絶縁皮膜が耐久性の面から好ましい。

【0032】磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液は、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を水に溶解す

ることによって得られる。磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸の混合比率は、重量比で(3.0～6.5):1.0:(0.5～1.5)が好ましい。酸化マグネシウムの添加量が多いと水に溶解し難くなり、磷酸の添加量が多いと磁束密度が低下する傾向にある。なお、金属磁性粉末との濡れ性を向上させるため、上記混合液に界面活性剤を添加するのが好ましい。

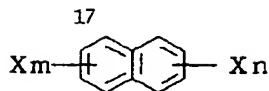
【0033】金属磁性粉末への絶縁被膜の形成は、常法によって行えばよいが、例えば金属磁性粉末と無機絶縁物（混合液）とを混合し、得られた混合物を乾燥させ、水分を除去することによって行うことができる。絶縁被膜を形成した金属磁性粉末は、次に耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物（バインダー）と混合し、固化成型する。その混合比は、無機絶縁物被覆金属磁性粉末99.5～90.0重量%に対して熱硬化性樹脂組成物0.5～10.0重量%であるのが好ましい。

【0034】本発明における耐熱性熱硬化性樹脂組成物は、300℃以下、好ましくは250℃以下の温度で加熱硬化後F種以上の耐熱性を示すものであって、無機絶縁被膜した金属磁性粉末を強固に固着できるものであれば、特に制限はない。そのような熱硬化性樹脂組成物としては、例えば、(a) 少なくとも多官能エポキシ樹脂と酸無水物もしくはフェノール硬化剤とを含有する多官能エポキシ樹脂組成物、又は(b) 熱硬化性マレイミド系樹脂組成物がある。

【0035】多官能エポキシ樹脂としては、例えば、ビスフェノールAのジグリシジルエーテル、ビスフェノールFのジグリシジルエーテル、ビスフェノールADのジグリシジルエーテル、水添化ビスフェノールAのジグリシジルエーテル、2,2-(4-ヒドロキシフェニル)ノナデカンのジグリシジルエーテル、4,4'-ビス(2,3-エポキシプロピル)ジフェニルエーテル、3,4-エポキシシクロヘキシルメチル-3,4-エポキシシクロヘキサンカルボキシレート、4-(1,2-エポキシプロピル)-1,2-エポキシシクロヘキサン、2-(3,4-エポキシ)シクロヘキシル-5,5-スビロ(3,4-エポキシ)-シクロヘキサン-m-ジオキサン、3,4-エポキシ-6-メチルシクロヘキシルメチル-4-エポキシ-6-メチルシクロヘキサンカルボキシレート等の二官能性エポキシ樹脂、フェノールノボラック樹脂、ビスフェノールAのノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールFのノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールADのノボラック型エポキシ樹脂、下記一般式(2)、(3)又は(4)

【0036】

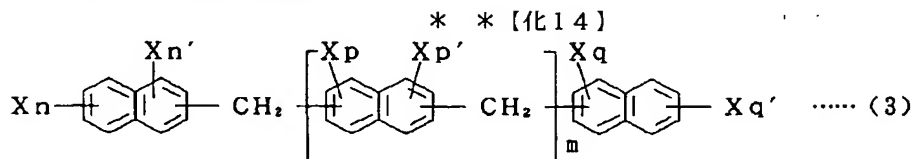
【化13】



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、mは1、2又は3である。

【0037】



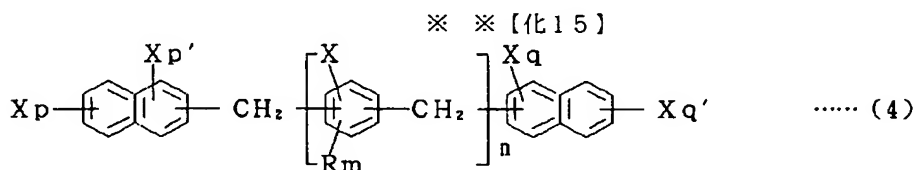
式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、n'、p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、n及びn'、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

nは0、1又は2である。

【0038】



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

Rは炭素数1~10のアルキル基を示す。mは0、1又は2であり、nは1、2又は3である。

p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

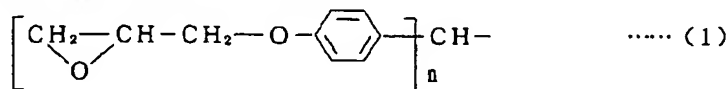
但し、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

【0039】で表されるナフタレン骨格エポキシ樹脂、アントラセンジオールのジグリシジルエーテル、アントラセントリオールのトリグリシジルエーテル等のアントラセン骨格エポキシ樹脂、p- (2, 3-エポキシプロポキシ) フェニル基を2個有する二官能性エポキシ樹脂★

★0~50重量部と、p- (2, 3-エポキシプロポキシ) フェニル基を3個以上含む、下記一般式(1)

【0040】

【化16】



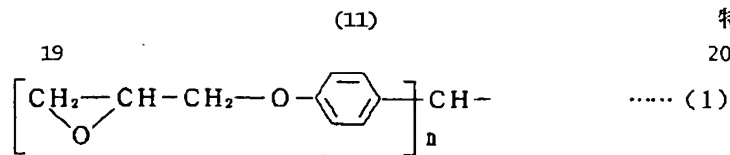
式中、nは3以上の整数である。

【0041】で表される多官能エポキシ樹脂、即ち、トリス [p- (2, 3-エポキシプロポキシ) フェニル] メタン、1, 1, 3-トリス [p- (2, 3-エポキシプロポキシ) フェニル] ブタン、1, 1, 2, 2-テトラキス [p- (2, 3-エポキシプロポキシ) フェニル] エタン、1, 1, 3, 3-テトラキス [p- (2, 3-エポキシプロポキシ) フェニル] プロパン、1,

1, 3-トリス [p- (2, 3-エポキシプロポキシ) フェニル] プロパン等の多官能性エポキシ樹脂100~50重量部とを少なくとも含むエポキシ樹脂等がある。上記エポキシ樹脂の中でも、p- (2, 3-エポキシプロポキシ) フェニル基を3個以上含む、下記一般式(1)

【0042】

【化17】



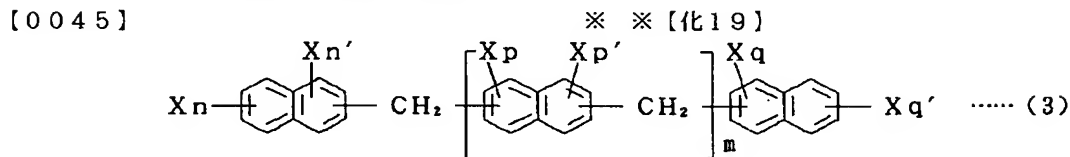
式中、nは3以上の整数である。

【0043】で表される多官能エポキシ樹脂、及び下記一般式(2)、(3)又は(4) * 【0044】
* 【化18】



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{\text{CH}}{\text{CH}_2}}-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、mは1、2又は3である。

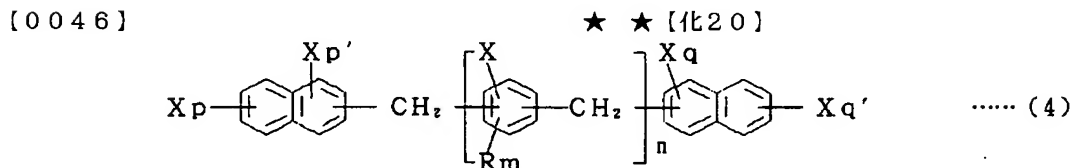


式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{\text{CH}}{\text{CH}_2}}-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、n'、p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、n及びn'、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

nは0、1又は2である。



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{\text{CH}}{\text{CH}_2}}-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

Rは炭素数1~10のアルキル基を示す。mは0、1又は2であり、nは1、2又は3である。

p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

【0047】で表されるナフタレン骨格を有するエポキシ樹脂が好ましく、このエポキシ樹脂を少なくとも含む熱硬化性樹脂組成物を用いた場合、無機絶縁被膜処理した金属磁性粉末99.5~92.0重量%に対して0.5~8.0重量%使用するのが好ましい。

【0048】また、(a) ビス(4-ヒドロキシフェニル)メタン、(b) ビス(4-ヒドロキシフェニル)エタン、(c) ビス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン、(d) トリス(4-ヒドロキシフェニル)アルカン及び(e) テトラキス(4-ヒドロキシフェニル)アルカンから選ばれる少なくとも二種類以上の多価フェノールの混合物と、エピクロルヒドリンとを反応させて得られる多

官能エポキシ樹脂も、硬化前に低粘度であるため作業性が良好で、しかも硬化後に高耐熱性を有することから有用である。

【0049】トリス(4-ヒドロキシフェニル)アルカン(d)としては、トリス(4-ヒドロキシフェニル)メタン、トリス(4-ヒドロキシフェニル)エタン、トリス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン、トリス(4-ヒドロキシフェニル)ブタン、トリス(4-ヒドロキシフェニル)ヘキサン、トリス(4-ヒドロキシフェニル)ヘプタン、トリス(4-ヒドロキシフェニル)オクタン、トリス(4-ヒドロキシフェニル)ノナン等がある。また、トリス(4-ヒドロキシジメチルフェニル)

メタンなどのトリス(4-ヒドロキシフェニル)アルカン誘導体を用いてもよい。

【0050】テトラキス(4-ヒドロキシフェニル)アルカン(e)としては、テトラキス(4-ヒドロキシフェニル)メタン、テトラキス(4-ヒドロキシフェニル)エタン、テトラキス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン、テトラキス(4-ヒドロキシフェニル)ブタン、テトラキス(4-ヒドロキシフェニル)ヘキサン、テトラキス(4-ヒドロキシフェニル)ヘプタン、テトラキス(4-ヒドロキシフェニル)オクタン、テトラキス(4-ヒドロキシフェニル)ノナン等がある。また、テトラキス(4-ヒドロキシジメチルフェニル)メタンなどのテトラキス(4-ヒドロキシフェニル)アルカン誘導体を用いてもよい。

【0051】このうち、耐熱性と粘度の観点から、トリス[p-(2, 3-エポキシプロポキシ)フェニル]メタン、1, 1, 3-トリス[p-(2, 3-エポキシプロポキシ)フェニル]ブタン、1, 1, 2, 2-テトラキス[p-(2, 3-エポキシプロポキシ)フェニル]エタン、1, 1, 3, 3-テトラキス[p-(2, 3-エポキシプロポキシ)フェニル]プロパン、1, 1, 3-トリス[p-(2, 3-エポキシプロポキシ)フェニル]プロパン等の多官能性エポキシ樹脂と、ビスフェノールAのジグリシジルエーテル、ビスフェノールFのジグリシジルエーテル又はビスフェノールADのジグリシジルエーテルとの併用が好ましい。

【0052】この場合、三官能以上の多官能エポキシ樹脂と二官能性エポキシ樹脂との配合割合は、特に制限はないが、多官能エポキシ樹脂1重量部に対して二官能性エポキシ樹脂を0.1~1.9重量部配合するのが好ましい。多官能エポキシ樹脂が多くなると、硬化前の粘度が高くなるとともに硬化後に固く脆くなる傾向にあり、逆に二官能性エポキシ樹脂が多くなると、粘度は低下するが、耐熱性が低下する傾向にある。粘度と耐熱性を両立させるには、多官能エポキシ樹脂1重量部に対して二官能性エポキシ樹脂を1~9重量部配合するのが特に好ましい。また、ナフタレンジオールのジグリシジルエーテル等のナフタレンやアントラセン骨格エポキシ樹脂を含む組成物が、耐熱性と粘度の観点から好ましい。

【0053】本発明に用いられる酸無水物としては、一般的酸無水物であれば特に制限はない。そのような化合物としては、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、ヘキサヒドロ無水フタル酸、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、テトラヒドロ無水フタル酸、ナジック酸無水物、メチルナジック酸無水物、ドデシル無水コハク酸、無水コハク酸、オクタデシル無水コハク酸、無水マレイン酸、ベンゾフェノンテトラカルボン酸無水物などがあり、単独で又は2種以上を混合して用いることができる。これらのうち、耐熱性の観点からナジック酸無水物又はメチルナジック酸無水物を含有するのが好ましい。

【0054】本発明に用いられるフェノール硬化剤としては、フェノール性水酸基を2個以上有するフェノール樹脂であれば特に制限はない。そのようなフェノール樹脂としては、例えば、フェノールノボラック、クレゾールノボラック、キシレゾールノボラック、ビスフェノールAのノボラック、ビスフェノールFのノボラック、ビスフェノールADのノボラック、ポリp-ビニルフェノール、レゾール型フェノール等があり、単独で又は2種以上を混合して用いることができる。

【0055】本発明のエポキシ樹脂組成物を硬化させる際、必要に応じて、硬化触媒を熱硬化性樹脂組成物に添加してもよい。硬化触媒は、多官能エポキシ樹脂と硬化剤との反応を加速させる働きがあれば、特に制限はない。そのような硬化触媒としては、例えば、トリメチルアミン、トリエチルアミン、テトラメチルブタンジアミン、トリエチレンジアミン等の3級アミン類、ジメチルアミノエタノール、ジメチルアミノペンタノール、トリス(ジメチルアミノメチル)フェノール、N-メチルモルフォリン等のアミン類、また、セチルトリメチルアンモニウムブロマイド、セチルトリメチルアンモニウムクロライド、ドデシルトリメチルアンモニウムブロマイド、ドデシルトリメチルアンモニウムクロライド、ドデシルトリメチルアンモニウムアイオダイド、ベンジルジメチルテトラデシルアンモニウムクロライド、ベンジルジメチルテトラデシルアンモニウムブロマイド、アリルドデシルトリメチルアンモニウムブロマイド、ベンジルジメチルステアリルアンモニウムブロマイド、ステアリルトリメチルアンモニウムクロライド、ベンジルジメチルテトラデシルアンモニウムアセチレート等の第4級アンモニウム塩、2-メチルイミダゾール、2-エチルイミダゾール、2-ウンデシルイミダゾール、2-ヘプタデシルイミダゾール、2-メチル-4-エチルイミダゾール、1-ブチルイミダゾール、1-ブチル-2-メチルイミダゾール、1-ベンジル-2-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-フェニルイミダゾール、1-シアノエチル-2-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-ウンデシルイミダゾール、1-アジン-2-メチルイミダゾール、1-アジン-2-ウンデシル等のイミダゾール類、アミンとオクタン酸亜鉛やコバルト等との金属塩、1, 8-ジアザ-ビスクロ[5.4.0]-ウンデセン-7、N-メチル-ビベラジン、テトラメチルブチルグアニジン、トリエチルアンモニウムテトラフェニルボレート、2-エチル-4-メチルテトラフェニルボレート、1, 8-ジアザ-ビスクロ[5.4.0]-ウンデセン-7-テトラフェニルボレート等のアミンテトラフェニルボレート、トリフェニルホスフィン、トリフェニルホスホニウムテトラフェニルボレート、アルミニウムトリアルキルアセトアセテート、アルミニウムトリシアセチルアセトアセテート、アルミニウムアルコラ

ート、アルミニウムアシレート、ソジウムアルコラートなどが挙げられる。このような硬化触媒は、熱硬化性樹脂組成物に対して、0.01～5重量%添加するのが一般的である。

【0056】その他、必要に応じて希釈剤としてシクロヘキセンビニルモノオキシド、オクチレンオキシド、ブチルグリシジルエーテル、スチレンオキシド、フェニルグリシジルエーテル、グリシジメタクリレート、アリルグリシジルエーテル等のモノエポキシ樹脂等を添加してもよい。しかし、一般に希釈剤は粘度を下げる効果はあるものの、耐熱性を低下させることが多いため、少量に抑えるのが好ましい。

【0057】本発明における熱硬化性マレイミド系樹脂組成物は、300℃以下、好ましくは250℃以下の温度で加熱硬化後F種以上の耐熱性を示し、無機絶縁被膜した金属磁性粉末を強固に固着できるものであって、付加硬化型のマレイミド化合物を含むものであれば、特に制限はない。そのような熱硬化性マレイミドとしては、例えば、N, N' -エチレンビスマレイミド、N, N' -ヘキサメチレンビスマレイミド、N, N' -ドデカメチレンビスマレイミド、N, N' -m-キシリレンビスマレイミド、N, N' -p-キシリレンビスマレイミド、N, N' -1, 3-ビスメチレンシクロヘキサニルビスマレイミド、N, N' -1, 4-ビスメチレンシクロヘキサニルビスマレイミド、N, N' -2, 4-トリリレンビスマレイミド、N, N' -2, 6-トリリレンビスマレイミド、N, N' -3, 3'-ジフェニルメタンビスマレイミド、N, N' - (3-エチル) -3, 3'-ジフェニルメタンビスマレイミド、N, N' - (3, 3'-ジエチル) -3, 3'-ジフェニルメタンビスマレイミド、N, N' - (3, 3'-ジクロロ) -3, 3'-ジフェニルメタンビスマレイミド、N, N' -4, 4'-ジフェニルメタンビスマレイミド、N, N' - (3-エチル) -4, 4'-ジフェニルメタンビスマレイミド、N, N' - (3, 3'-ジメチル) -4, 4'-ジフェニルメタンビスマレイミド、N, N' - (3, 3'-ジエチル) -4, 4'-ジフェニルメタンビスマレイミド、N, N' - (3, 3'-ジクロロ) -4, 4'-ジフェニルメタンビスマレイミド、N, N' -3, 3'-ジフェニルスルホンビスマレイミド、N, N' -4, 4'-ジフェニルスルホンビスマレイミド、N, N' -3, 3'-ジフェニルスルフィドビスマレイミド、N, N' -4, 4'-ジフェニルスルフィドビスマレイミド、N, N' -p-ベンゾフェノンビスマレイミド、N, N' -4, 4'-ジフェニルエタンビスマレイミド、N, N' -4, 4'-ジフェニルエーテルビスマレイミド、N, N' - (メチレン-ジテトラヒドロフェニル) ビスマレイミド、N, N' -トリジンビスマレイミド、N, N' -

-イソフロロビスマレイミド、N, N' -p-ジフェニルジメチルシリルビスマレイミド、N, N' -4, 4'-ジフェニルプロパンビスマレイミド、2, 2'-ビス(4-(4-(3-マレイミドフェノキシ)フェニル)プロパン、N, N' -ナフタレンビスマレイミド、N, N' -p-フェニレンビスマレイミド、N, N' -m-フェニレンビスマレイミド、N, N' -4, 4'-(1, 1'-ジフェニルシクロヘキサン)-ビスマレイミド、N, N' -3, 5-(1, 2, 4-トリアゾール)-ビスマレイミド、N, N' -ビリジン-2, 6-ジイルビスマレイミド、N, N' -5-メトキシ-1, 3-フェニレンビスマレイミド、1, 2-ビス(2-マレイミドエトキシ)-エタン、1, 3-ビス(3-マレイミドプロポキシ)-プロパン、N, N' -4, 4'-ジフェニルメタン-ビス-ジメチルマレイミド、N, N' -ヘキサメチレン-ビス-ジメチルマレイミド、N, N' -4, 4'-(ジフェニルエーテル)-ビス-ジメチルマレイミド、N, N' -4, 4'-(ジフェニルスルホン)-ビス-ジメチルマレイミド、4, 4'-ジアミノ-トリフェニルホスフェートのN, N' -ビスマレイミド、2, 2'-ビス[4-(4-アミノフェノキシ)フェニル]プロパンのN, N' -ビスマレイミド、2, 2'-ビス[4-(4-アミノフェノキシ)フェニルメタン]のN, N' -ビスマレイミド、2, 2'-ビス[4-(4-アミノフェノキシ)フェニルエタン]のN, N' -ビスマレイミド等々に代表される二官能性マレイミドのほか、アニリンとホルマリンとの反応生成物(ポリアミン化合物)、3, 4, 4'-トリアミノジフェニルメタン、トリアミノフェノール等と無水マレイン酸との反応で得られる多官能マレイミド、フェニルマレイミド、トリルマレイミド、キシリルマレイミド等のモノマレイミドが挙げられる。

【0058】上記付加硬化型のマレイミドには、トリアリルトリメリテート、ジアリルテレフタレート、ジアリルイソフタレート、p, p'-ジアリロキシカルボニルカルボニルジフェニルエーテル、m, p'-ジアリロキシカルボニルカルボニルジフェニルエーテル、o, p'-ジアリロキシカルボニルカルボニルジフェニルエーテル、m, m'-ジアリロキシカルボニルカルボニルジフェニルエーテル、トリアリルイソシアヌレート、トリアリルシアヌレート等の多価カルボン酸アリルエステル、スチレン、上記アルケニルフェノール化合物、アルケニルアミン化合物、酸無水物、エポキシ樹脂、ジアミン化合物等を添加してもよいし、変性してもよい。

【0059】これらのうち、上記付加硬化型のマレイミドと酸無水物もしくはエポキシ樹脂との併用もしくは変性、上記付加硬化型のマレイミドと、酸無水物もしくはエポキシ樹脂と、アルケニルフェノール化合物もしくはアルケニルアミン化合物との併用もしくは変性、又は上記付加硬化型のマレイミドと、多価カルボン酸アリルエ

ステルと、アルケニルフェノール化合物、アルケニルアミン化合物もしくはジアミンとの併用もしくは変性が、耐熱性と粘度を両立させる観点から好ましい。

【0060】特に好ましくは、①アミノマレイミド、②ビスマレイミド100重量部とジアリルビスフェノール類50～100重量部とを少なくとも含む樹脂組成物、又は③ビスマレイミド100重量部とジアリルビスフェノール類50～100重量部と、多官能性エポキシ樹脂0～100重量部とを少なくとも含む樹脂組成物を用いることができる。この場合、無機絶縁被膜処理した金属磁性粉末99.5～92.0重量%に対して、樹脂(組成物)を0.5～8.0重量%使用するのが好ましい。

【0061】また、好ましくはアミノマレイミド及びエポキシ樹脂を併用して用いることもできるが、この場合は、アミノマレイミド0.5～5.0重量%、エポキシ樹脂0.5～5.0重量%、及び無機絶縁被膜処理した金属磁性粉末99.0～90.0重量%の混合比で使用するのが好ましい。本発明の熱硬化性マレイミド系樹脂組成物は、硬化触媒がなくても十分に硬化し得るが、更に反応を促進したい場合には、必要に応じて、硬化触媒を熱硬化性樹脂組成物又は絶縁基材に添加してもよい。硬化触媒は、熱硬化性マレイミド系樹脂組成物の反応を加速させる働きがあれば、特に制限はない。そのような硬化触媒としては、例えば、イオン系触媒又はフリーラジカル系触媒が有効である。

【0062】この硬化触媒は、熱硬化性マレイミド系樹脂組成物を基準にして0.05～10重量%、特に0.1～5重量%用いるのが好ましい。イオン系触媒としては、上記酸無水物硬化エポキシ樹脂組成物で用いる硬化触媒と同様のものが使用できる。フリーラジカル系触媒としては、公知の有機過酸化物、ヒドロペルオキシド、アゾイソブチロニトリル等が使用できる。

【0063】本発明に用いられる耐熱性熱硬化性樹脂組成物には、無機絶縁被膜を施した金属磁性粉末との濡れ性を改善するために、界面活性剤を添加するのが好ましい。そのような界面活性剤としては、例えば、 γ -クロロプロビルトリメトキシシラン、ビニルトリクロロシラン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン、ビニル・トリシラン(β -メトキシエトキシ)シラン、 γ -メタクリロキシプロビルトリメトキシシラン、 β -(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、 γ -グリシドキシプロビルトリメトキシシラン、 γ -メルカプトプロビルトリメトキシシラン、 γ -アミノプロビルトリエトキシシラン、N- β -(アミノエチル)- γ -アミノプロビルトリメトキシシラン、 γ -ユレイドプロビルトリエトキシシラン等のシラン系界面活性剤、イソプロビルイソステアロイルチタネート、イソプロビルトリオクタノイルチタネート、イソプロビルメタクリロイルイソステアロイルチタネート、イソプロビルトリドデシルチタネート、イソプロビルイソステ

アロイルジアクリルチタネート、イソプロビルトリシ(ジオクチルホスフェート)チタネート、イソプロビルトリシ(ジオクチルバイロホスフェート)チタネート、イソプロビルトリシ(n-アミノエチル-アミノエチル)チタネート、テトライソプロビルビス(ジオクチルホスファイト)チタネート、テトラオクチルビス(ジドデシルホスファイト)チタネート、テトラ(2,2-ジアリルオキシメチル-1-ブチル)ビス(ジトリデシル)ホスファイトチタネート、ジイソステアロイルエチレンチタネート、ビス)ジオクチルバイロホスフェート)エチレンチタネート等のチタネート系界面活性剤、エチルアセトアセテートアルミニウムジイソプロビレート、アルミニウムトリシ(エチルアセトアセテート)等のアルミニウム系界面活性剤、あるいはジルコニウム系界面活性剤等があり、2種以上を混合して使用してもよい。

【0064】これらのうち、 γ -グリシドキシプロビルトリメトキシシラン、 β -(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、 γ -メルカプトプロビルトリメトキシシラン、 γ -アミノプロビルトリエトキシシラン、N- β -(アミノエチル)- γ -アミノプロビルトリメトキシシラン、イソプロビルイソステアロイルチタネート、イソプロビルトリオクタノイルチタネート、エチルアセトアセテートアルミニウムジイソプロビレート、アルミニウムトリシ(エチルアセトアセテート)が好ましい。特に、低粘度化のために、イソプロビルイソステアロイルチタネート、イソプロビルトリオクタノイルチタネート等の一官能性の界面活性剤と、耐クック性や機械強度向上のために、 γ -グリシドキシプロビルトリメトキシシラン、 β -(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、 γ -メルカプトプロビルトリメトキシシラン、 γ -アミノプロビルトリエトキシシラン、N- β -(アミノエチル)- γ -アミノプロビルトリメトキシシラン等の多官能の界面活性剤を併用するのが好ましい。

【0065】これら界面活性剤は、予め金属磁性粉末に処理しても、後から樹脂組成物に加えてもよく、またその両方を併用してもよい。界面活性剤の好ましい添加量は、(金属磁性粉末の比表面積(m^2/gr)) \times 金属磁性粉末の重量(gr))/界面活性剤の被覆面積(m^2/gr)で計算することができる。但し、金属磁性粉末の比表面積が不明の場合あるいは表面状態が著しく複雑な場合、金属磁性粉末に対して1重量%を基準にして、適宜増減しながら使用量を求めることができる。

【0066】本発明の熱硬化性樹脂組成物は、必要に応じて変性することも有効である。例えば、スチレンやメチルメタクリレート等のビニル化合物モノマーによる変性、ポリブタジエン、ポリクロロブレン等のゴムによる変性、不飽和ポリエステル変性、脂肪族アミン、芳香族アミン、アリルアミン等のアミンによる変性、フラン系

化合物やフェノール化合物により変性することができ
る。また、シリカ粉、石英ガラス粉、アルミナ粉等のほ
か、水和アルミナ、水和マグネシウム、炭酸カルシウ
ム、ケイ酸ジルコニウム、ケイ酸カルシウム、タルク、
クレー、マイカ、ガラス繊維粉等の無機充填剤を添加す
ることも可能である。

【0067】以上説明した熱硬化性樹脂組成物と、無機
絶縁物被覆金属磁性粉末とを混合したら、この混合物を
成型用金型に充填し、粉末成型プレスを用いて固化成型
する。この固化成型工程では、100～800MPa、
好ましくは400～700MPaの圧力で加圧成型す
る。100MPa未満の圧力では、十分に固化成型する
ことができず、800MPaを超える圧力では、無機絶
縁皮膜が破壊され、固有抵抗が低下する傾向にある。

【0068】固化成型工程により所望の形状を有する成
型体が得られたら、加熱硬化・固着させ、圧粉磁心とす
る。加熱硬化工程における加熱は、300℃以下、好ま
しくは250℃以下で行う。300℃を超えると、熱硬
化性樹脂が劣化する傾向にある。

【0069】以上のようにして得られる圧粉磁心は、1
55℃に5000時間保持しても金属磁性粉末粒子相互
の絶縁が維持され、金属磁性粉末同士の接触による渦電
流損の増大を抑制でき、高い周波数帯域まで透磁率を低
下させずに保つことができる。具体的には、155℃に
5000時間保持した後、0.5テスラ、15kHzに
おける鉄損が初期の15倍以下であり、固有抵抗が初期
の0.05倍以上であり、また磁束密度が、周波数50
Hz～500kHzの範囲で1テスラ以上である圧粉磁
心が得られる。このように優れた特性を有する圧粉磁心
は、鉄心コアとすることにより、種々の電気機器に適用
することができる。そのような電気機器としては、例え
ば、リアクトル、回転機固定子、それを用いた回転機、
変圧器等が挙げられる。リアクトルは、鉄心コアと巻線
とを有するものであってもよいし、鉄心コアとモールド
コイルとを有するものであってもよい。モールドコイル
は、F種以上の耐熱性を有し、熱伝導率が2～4W/K
mのモールドレジンでモールドしたコイルであるのが好
ましい。

【0070】本発明の圧粉磁心を用いた鉄心コアを有す
るリアクトルは、耐熱性に優れているため、冷却ファン
を設けたり水冷したりする必要がない。なお、熱放散性
をさらに向上させるために、鉄心コアとモールドコイル
との間に高熱伝導性を有する絶縁物を設置してもよい。
この絶縁物の熱伝導率は、0.2～4W/Kmであるのが
好ましい。

【0071】回転機固定子は、いかなるものであっても
よいが、通常、複数のスロットを有する鉄心コアと、そ
のスロット内に収納される複数のコイルと、その複数の
コイルと電気的に接続するための口出線とを備えてお
り、該鉄心コアに本発明の圧粉磁心を用いればよい。こ
50

の固定子と回転子とを組み合わせることにより、回転機
が得られる。変圧器もいかなるものであってもよいが、
通常、一次コイルと二次コイルと鉄心コアとを有してお
り、該鉄心コアに本発明の圧粉磁心を用いればよい。

【0072】上記リアクトルは、半導体スイッチに適用
することができる。例えば、リアクトルと半導体スイッ
チ素子を直列回路に構成することにより、スイッチの電
流立ち上がりを緩やかにし、半導体スイッチ素子の破損
を防止することができる。半導体スイッチ素子として
は、いかなるものであってもよいが、例えばGTO、サ
イリスタ、IGBT等を用いることができる。なお、こ
の半導体スイッチにおける半導体スイッチ素子のアノー
ド端子とカソード端子の間には、抵抗器及びコンデンサ
の直列回路からなるサージ吸収回路を設けてもよい。

【0073】急瞬な電流変化を抑制するリアクトルの鉄
心材に圧粉磁心を用いた半導体スイッチの構成例を図1
3～17により説明する。ここでは、半導体スイッチを
構成するスイッチ素子としてサイリスタ素子を用いた場
合の高耐電圧半導体スイッチの回路構成例を示す。図1
3は回路構成であり、高耐電圧化のため、サイリスタ素
子101～10nを直列接続している。各サイリスタ素
子のアノード端子とカソード端子の間には、抵抗器13
1～13nとコンデンサ141～14nの直列回路から
なるサージ吸収回路を設けている。

【0074】図14は、図13の高耐電圧半導体スイッ
チを実現する場合の実装構成例であり、6個のサイリス
タ素子101～106を設置したものである。各サイリス
タ素子は、金属製の冷却フィン151～157で挟む
ことにより固定している。従って、各冷却フィンは各サ
イリスタ素子の端子電極板の役割をも果たすものであ
り、抵抗器131～136とコンデンサ141～146
とから構成されるサージ吸収回路は、各冷却フィンに接
続されている。

【0075】図14の半導体スイッチの冷却は、小型化
のため、一般に水冷却方式が採用される。図15は水冷
却系の構成例を示しており、水冷却方式のリアクトル1
1、12、冷却フィン151～156及び抵抗器131
～136が水パイプ17で直列に接続されている。水冷
却方式のリアクトルは、一般にパイプ状のコイルの内部
に冷却水を通す構造となっているため、鉄心の渦電流損
あるいはヒステリシス損により発生する熱を冷却するに
は、別の冷却手段を鉄心に設ける必要がある。しかし、
本発明の圧粉磁心を鉄心に用いれば、発生熱が小さく、
また、熱による磁心材料特性の劣化（損失増加）も少な
いので、鉄心の冷却手段を不要とすることも可能であ
る。

【0076】図16は、図14に示す半導体スイッチ1
6と同じ構成の半導体スイッチ複数個161、162、
163・・・を絶縁柱18により連結し、スイッチ16
1、162、163・・・間に電気配線を施すことによ

り、更に高い耐電圧性を有するスイッチ群を構成したものである。以下、図16に示す構成のスイッチ群をバルブと呼ぶことにする。

【0077】このような半導体スイッチ（群）は、種々の電気機器に適用することができ、例えば、直流送電バルブ、静止型無効電力補償装置、サイリスタモータ等に適用することができる。図17は、複数のバルブで構成した電力変換装置の一例である。バルブ221～226を有する電力変換装置19は、交流電力を直流電力に、また、逆に直流電力を交流電力に変換することができ、交流系統20と直流系統21との間の電力融通を可能にする。このような大電力の電力変換装置21の応用分野としては、直流送電、無効電力補償装置などがある。

【0078】

【実施例】以下、本発明を実施例により更に具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されない。なお、例中で用いた化合物の略号は下記の通りである。

TKEPPE: 1, 1, 2, 2-テトラキス[p-(2, 3-エポキシプロポキシ)フェニル]エタンエポキシ当量192

TEPPM: 1, 1, 3-トリス[p-(2, 3-エポキシプロポキシ)フェニル]メタン エポキシ当量161

TEPPB: 1, 1, 3-トリス[p-(2, 3-エポキシプロポキシ)フェニル]ブタン エポキシ当量196

DGEBPA: ビスフェノールAのジグリシジルエーテル

エポキシ当量175

DGEBPF: ビスフェノールFのジグリシジルエーテル

エポキシ当量170

1, 2-DGON: 1, 2-ジグリシジルオキシナフタレン

エポキシ当量141

1, 3-DGON: 1, 3-ジグリシジルオキシナフタレン

エポキシ当量141

PDGON: 高分子量化1, 6-ジグリシジルオキシナフタレン

エポキシ当量250 軟化点 67℃

GONDGONM: 1-(2-グリシジルオキシ-1-ナフチル)-1-(2', 7'-ジグリシジルオキシ-1-ナフチル)メタン

エポキシ当量187 軟化点75℃

PGENCN: クレゾールと2-ヒドロキシナフタレン混合物のノボラックのポリグリシジルエーテル エポキシ当量225 軟化点84℃

TGIC: トリグリシジリソシアヌレート エポキシ当量

MHAC-P: メチルナジック酸無水物 酸無水物当量178

PN: フェノールノボラック 水酸基当量106

BMI: 4, 4'-ジフェニルメタンビスマレイミド

DAPPI: 2, 2'-ビス[4-(4-マレイミドフェノキシ)フェニル]プロパン

DAM: 4, 4'-ジアミノジフェニルメタン アミン当量92.1

DADPE: 4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル アミン当量93.1

DABA: ジアリルビスフェノールA

DABF: ジアリルビスフェノールF

DAP: ジアミノフェノール

DGEDABA: ジアリルビスフェノールAのジグリシジルエーテル

TAIC: トリアリルイソシアヌレート

BTTP-K: トリフェニルブチルホスフィンテトラフェニルボレート

2E4MZ-K: 2-エチル-4-メチルイミダゾールテトラフェニルボレート

TPP: トリフェニルホスフィン

TPP-K: トリフェニルホスフィンテトラフェニルボレート

IOZ: 2-エチル-4-メチルイミダゾールとオクタン酸亜鉛塩との塩

C11Z-AZINE: 1-アジン-2-ウンデシルイミダゾール

TEA-K: トリエチルアミンテトラフェニルボレート

2E4MZ-CN: 1-シアノエチル-2-エチル-4-メチルイミダゾール

KBM-603: N-β-(アミノエチル)-γ-アミノプロビルトリメトキシシラン

S-181: トリスイソステアロイルオキシイソプロポキシチタニウム

IPZ: テトライソプロビルジルコネート

【0079】【実施例1】

(1) 熱硬化性樹脂組成物Aの作製

表1に記載の配合量でビスマレイミドBMI、ジアリルフェノール類DABF及びTAICを混合し、湯浴中で130℃まで加熱し、完全に溶解させた。130℃で10分間保ち、熱硬化性マレイミド系樹脂組成物を作製した。これに表1に記載の硬化触媒2E4MZ-CNを加えて、熱硬化性樹脂組成物Aとした。

【0080】(2) 無機絶縁層で被覆した金属磁性粉末の作製

平均粒径75μm(最大粒径250μm)及び平均粒径60μm(最大粒径106μm)の高純度アトマイズ鉄粉をボールミルで扁平度(平均直径/厚さ)約8に扁平加工した。

【0081】一方、燐酸H₃PO₄を0.386g、硼酸

H₂BO₃を0.060g、MgOを0.062g、シラン系界面活性剤KBM-603を0.05g、水を50g混合、攪拌して表5中の実施例1の欄記載の絶縁処理液を作製した。この絶縁処理液と、上記偏平加工した高純度アトマイズ鉄粉1kgとを混合した。この混合体を300℃で20分間乾燥させて、無機絶縁層で被覆した金属磁性粉末を得た。

【0082】(3) 圧粉磁心の作製

得られた金属磁性粉末と熱硬化性樹脂組成物Aとを重量比97:3の配合比で混合し、圧粉磁心用樹脂組成物を得た。得られた圧粉磁心用樹脂組成物を、表5中の成型圧力の欄記載の圧力条件(600MPa)で粉末成型プレスによって所定の形状に固化成型した。次いで、この固化成型体を150℃/1時間+200℃/4時間+250℃/4時間加熱、硬化して圧粉磁心を得た。

【0083】(4) 圧粉磁心の諸特性の測定

上記の条件で成型、硬化して得られた31.7mm×12.7mm×5mmの大きさの圧粉磁心の曲げ強さを、25℃、105℃、130℃、155℃、180℃、220℃の温度雰囲気下で、島津製作所オートグラフDSS-5000を用いて測定した。その結果を図1に示す。図1から明らかなように、220℃の温度における圧粉磁心の曲げ強さは、室温とほぼ同じである。

【0084】また、圧粉磁心を155℃の恒温槽中に所定時間保持した後、恒温槽から取り出して、155℃の温度雰囲気下で島津製作所オートグラフDSS-5000を用いて圧粉磁心の曲げ強さを測定した。その結果を図2に示す。図2から明らかなように、155℃の恒温槽に20000時間保持しても、圧粉磁心の曲げ強さはほとんど低下していない。

【0085】さらに、図3に示す形状の固有抵抗測定試験片(単位:mm)と図4に示す形状の鉄損測定用圧粉磁心(単位:mm)を作製し、製作直後の固有抵抗の温度特性、155℃に所定時間保持したときの155℃における固有抵抗の経時変化、及び15kHz、155℃に所定時間保持したときの155℃における鉄損の経時変化を測定した。結果を、それぞれ図5、6及び7に示した。図5から明らかなように、圧粉磁心の固有抵抗は温度によらずほぼ一定である。また、図6及び図7から明らかなように、155℃の恒温槽に20000時間時間保持しても、圧粉磁心の固有抵抗及び鉄損はほとんど初期と変わらない。

【0086】〔実施例2～51、比較例1～3〕

(1) 熱硬化性樹脂組成物B～Eの作製

表1に記載の、硬化触媒を除いたビスマレイミド、ジアリルフェノール類等の化合物を混合し、湯浴中で130℃まで加熱し、完全に溶解させた。130℃で10分間保ち、熱硬化性マレイミド系樹脂組成物を作製した。これに表1に記載の硬化触媒を加えて、熱硬化性樹脂組成物B～Eとした。

【0087】(2) 熱硬化性樹脂組成物F～Iの作製

表1に記載の、硬化触媒を除いたビスマレイミド、アミン類、メチルメチルケトン等の化合物を混合し、湯浴中で60℃まで加熱し、完全に溶解させた。60℃で30分間保ち、熱硬化性マレイミド系樹脂組成物を作製した。これに表1に記載の硬化触媒を加え、メチルエチルケトンを留去して熱硬化性樹脂組成物F～Iとした。

【0088】(3) 熱硬化性樹脂組成物J～Zの作製

表2～表4に記載の化合物を混合、攪拌して熱硬化性樹脂組成物J～Z(J-1, J-2, J-3含む)を作製した。

(4) 圧粉磁心の作製

表5～表15記載の金属磁性粉末1kgと絶縁処理液とを混合した。この混合体を、300℃で20分間乾燥させて、絶縁層で被覆した金属磁性粉末を得た。この金属磁性粉末と表1～表4に記載の熱硬化性樹脂組成物とを、重量比97:3の配合比で混合し、圧粉磁心用樹脂組成物を得た。得られた圧粉磁心用樹脂組成物を、表5～表15に記載の圧力条件(100～800MPa)で粉末成型プレスによって所定の形状に固化成型した。次いで、この固化成型体を表5～表15に記載の硬化条件で加熱、硬化して圧粉磁心とした。得られた圧粉磁心の初期及び155℃で5000時間保持後の155℃における曲げ強度、固有抵抗及び鉄損を測定した。測定結果は、表5～表15に記載のとおりである。

【0089】

【表1】

【0090】
【表2】

熱硬化性樹脂組成物	A	B	C	D	E	F	G	H	I
配合量 (重量部)	BMI 70	DAPPI 70	BMI 70	DAPPI 70	DAPPI 70	BMI 132.5	BMI 70	BMI 132.5	DAPPI 70
	DABF 30	DABF 30	DABF 30	DABA 30	DGEDABA 30	DAM 46.1	DAM 10	DADPE 93.1	DAP 30
	TAIC 67	TAIC 67	1,2-DGON 30	—	—	TGIC 100.0	DGEPE 20	—	—
	2E4MZ-CN 0.835	TPP-K 0.85	BTTP-K 0.500	TEA-K 0.835	—	—	BTTP-K 0.500	—	—
備 考	硬化触媒を除いた樹脂組成物を130℃ で10分間加熱、ブレポリマ化				硬化触媒を除いた樹脂組成物をメチ ルエチルケトンに溶解後、60℃で30 分間加熱、ブレポリマ化				

(18)

10

20

30

40 【0091】
【表3】

特開平9-102409

34

熱硬化性樹脂組成物	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	U
配合量 (重量部)	TKEPPE 137.2	TKEPPE 100.0	TKEPPE 156.8	TKEPPE 98.0	TKEPPE 58.8	TKEPPE 156.8	TKEPPE 137.2	TEPPB 160	TEPPB 160	TEPPM 132.3
	DGEIPA 52.5	—	DGEIPA 52.5	DGEIPA 87.5	DGEIPA 91.9	DGEIPA 52.5	DGEIPA 52.5	1,2-DGON 42.3	DGEIPA 34.0	DGEIPA 34
	MHAC-P 169.1	PN 54.0	MHAC-P 169.1	MHAC-P 169.1	MHAC-P 169.1	—	—	—	—	—
	TPP-K 3.59	TPP-K 1.54	BTTP-K 1.89	IOZ 1.77	C11Z-AZINE 1.60	TPP-K 2.09	TPP 2.00	BTTP-K 2.09	2E4MZ-CN 1.94	TEA-K 1.66

熱硬化性樹脂組成物	V	W	X	Y	Z
配合量 (重量部)	1,2-DGON 98.7	1,3-DGON 98.7	PDGON 175	CONDGONM 187	PGENCN 225
	TKEPPE 57.6	TKEPPE 57.6	TKEPPE 57.6	—	—
	MHAC-P 178	PN 106	—	MHAC-P 178	MHAC-P 178
	TPP-K 3.3	TPP-K 2.62	BTTP-K 2.32	TEA-K 3.65	CI12-AZINE 403

(19)

【0092】

【表4】

10

20

30

特開平9-102409

36

熱硬化性樹脂組成物	J	J-1	J-2	J-3
配合量 (重量部)	TKEPPE 137.2 DGEBCA 52.5 MHAC-P 169.1 TPP-K 3.59	TKEPPE 192.0 MHAC-P 169.1 TPP-K 3.59	TKEPPE 96.0 DGEBCA 87.5 MHAC-P 169.1 TPP-K 3.59	TKEPPE 48.0 DGEBCA 131.25 MHAC-P 169.1 TPP-K 3.59

【0093】

【表5】

金属磁性粉末	種類	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
	平均粒径(μm)	75	75	75	75	75
	扁平度	8	8	8	8	8
絶縁処理液 (g)		硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	硝酸 (1.043) ほう酸 (0.162) MgO (0.167) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	硝酸 (1.930) ほう酸 (0.300) MgO (0.310) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.193) ほう酸 (0.030) MgO (0.031) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.100) KBM603 (0.05) 水 (50.0)
熱硬化性樹脂相成物		A	B	C	D	E
成型圧力 (MPa)		600	600	600	600	600
硬化条件 (℃/h)		150/1+200/4+250/4				
曲げ強度	初期	(kg/mm ² at 155℃)	10.3	10.5	10.2	10.3
		(kg/mm ² at 180℃)	10.1	10.1	9.9	10.0
	155℃, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 155℃)	9.9	10.0	10.0	9.9
		(kg/mm ² at 180℃)	9.7	9.9	9.9	9.5
固有抵抗 (Ω-cm at 155℃)		初期				
		2.0	2.0	2.0	2.1	2.1
		1.7	1.5	1.7	1.6	1.7
鉄損 (W/kg at 155℃)		初期				
		20	25	22	26	26
		30	35	37	36	37
		15kHz, 0.5T, 155℃, 5000h 保持後				

金属磁性粉末	種類		実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	比較例1
	平均粒径(μm)	扁平度	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉
絶縁処理液 (g)			75	75	75	75	75
			8	8	8	8	8
			焼酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	焼酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	焼酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	焼酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	焼酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)
			F	H	H	H	H
熱硬化性樹脂組成物							
成型圧力 (MPa)			600	600	600	600	600
硬化条件 (°C/h)			150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+220/4	150/1+220/4+270/4	150/1+200/4+300/4	500/1
曲げ強度	初期	(kg/mm ² at 155°C)	9.5	9.2	9.2	8.0	4.2
		(kg/mm ² at 180°C)	9.2	8.7	9.0	7.5	3.0
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 155°C)	9.0	9.0	8.7	5.8	3.2
		(kg/mm ² at 180°C)	8.9	8.9	8.5	5.5	1.8
固有抵抗 (Ω-cm at 155°C)	初期		1	1.2	1.3	1	1
		155°C, 5000h 保持後	0.7	1.1	1.1	0.7	0.01
	鉄損 (W/kg at 155°C)		30	25	25	30	50
		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後	60	50	50	90	1100

		実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14
金属磁性粉末	種類	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉
	平均粒径(μm)	75	75	75	75	75
絶縁処理液 (g)		8	8	8	8	8
熱硬化性樹脂組成物		炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)
成型圧力 (MPa)		600	600	600	600	600
硬化条件 (°C/h)		150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4
曲げ強度	初期	(kg/mm ² at 155°C)	9.2	9.2	9.2	9.2
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 180°C)	9.0	9.0	9.0	9.0
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 155°C)	9.0	9.0	9.0	9.0
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 180°C)	8.9	8.9	8.9	8.9
固有抵抗 (Ω·cm at 155°C)		初期	1	1	1	1
鉄損 (W/kg at 155°C)		155°C, 5000h 保持後	0.7	0.7	0.7	0.7
鉄損 (W/kg at 155°C)		初期	30	30	30	30
鉄損 (W/kg at 155°C)		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後	60	60	60	60

種類		平均粒径(μm)	扁平度	実施例15	実施例16	実施例17	実施例18	実施例19
				アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉
金属磁性粉末	平均粒径(μm)		75	75	75	75	75	75
	扁平度		8	8	8	8	8	
絶縁処理液 (g)				炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)
熱硬化性樹脂組成物				G	H	I	J	K
成型圧力 (MPa)				600	600	600	600	600
硬化条件 (°C / h)				150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4
曲げ強度	初期	(kg/mm ² at 155°C)		9.2	10.5	9.2	9.2	9.2
		(kg/mm ² at 180°C)		9.0	10.0	9.0	9.0	9.0
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 155°C)		9.0	9.7	9.0	9.0	9.0
		(kg/mm ² at 180°C)		8.9	9.3	8.9	8.9	8.9
固有抵抗 (Ω·cm at 155°C)		初期		1	1	1	1	1
		155°C, 5000h 保持後		0.7	0.9	0.7	0.7	0.7
鉄損 (W/kg at 155°C)	初期		30	30	30	30	30	30
	15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		60	35	60	60	60	60

		実施例20	実施例21	実施例22	実施例23	実施例24
金属磁性粉末	種類	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉
	平均粒径(μm)	75	75	75	75	75
		扁平度	7	10	15	8
絶縁処理液 (g)		硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)
熱硬化性樹脂組成物		G	G	G	G	G
成型圧力 (MPa)		600	600	600	600	100
硬化条件 (°C/h)		150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4
曲げ強度	初期	(kg/mm ² at 155°C)	9.2	9.2	9.2	9.2
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 180°C)	9.0	9.0	9.0	9.0
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 155°C)	9.0	9.0	9.0	9.0
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 180°C)	8.9	8.9	8.9	8.9
固有抵抗 (Ω·cm at 155°C)		初期	1	1	1	1
		155°C, 5000h 保持後	0.7	0.7	0.7	0.7
鉄損 (W/kg at 155°C)		初期	30	30	30	30
		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後	60	60	60	60

		実施例25	実施例26	実施例27	実施例28	実施例29
金属磁性粉末	種類	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉
	平均粒径(μm)	75	75	75	75	75
絶縁処理液 (g)	扁平度	8	8	8	8	8
	絶縁処理液 (g)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	硝酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)
熱硬化性樹脂組成物		N	O	P	Q	R
成型圧力 (MPa)		100	300	500	800	1000
硬化条件 (℃ h)		150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4
曲げ強度	初期	(kg/mm ² at 155℃)	9.3	9.3	9.2	9.2
		(kg/mm ² at 180℃)	9.2	9.0	9.0	9.0
	155℃, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 155℃)	9.0	9.0	9.0	9.0
		(kg/mm ² at 180℃)	8.9	8.9	8.9	8.9
固有抵抗 (Ω・cm at 155℃)	初期	1	1	1	1	1
	155℃, 5000h 保持後	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
鉄損 (W/kg at 155℃)	初期	30	30	30	30	30
	15kHz, 0.5T, 155℃, 5000h 保持後	60	60	60	60	60

金属磁性粉末	種類	実施例30				実施例31				実施例32				実施例33				実施例34			
		アトマイズ鉄粉				アトマイズ鉄粉				アトマイズ鉄粉				アトマイズ鉄粉				アトマイズ鉄粉			
	平均粒径(μm)	60				40				30				90				120			
絶縁処理液 (g)	扁平度	8				8				8				8				8			
	熱硬化性樹脂組成物	炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)				炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)				炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)				炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)				炭酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)			
		成型圧力 (MPa)	600				600				600				600				600		
硬化条件 (°C / h)	初期		9.2		9.2		9.2		9.2		9.2		9.2		9.2		9.2				
	(kg/mm ² at 155°C)		9.0		9.0		9.0		9.0		9.0		9.0		9.0		9.0				
	155°C, 5000h		9.0		9.0		9.0		9.0		9.0		9.0		9.0		9.0				
	保持後		8.9		8.9		8.9		8.9		8.9		8.9		8.9		8.9				
固有抵抗 (Ω・cm at 155°C)	初期		1		1		1		1		1		1		1		1				
	155°C,5000h 保持後		0.7		0.7		0.7		0.7		0.7		0.7		0.7		0.7				
鉄 損 (W/kg at 155°C)	初期		30		30		30		30		30		30		30		30				
	15kHz,0.5T, 155°C,5000h 保持後		60		60		60		60		60		60		60		60				

金属磁性粉末	種類		実施例35	実施例36	実施例37	実施例38	実施例39
	平均粒径(μm)		アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉
	扁平度		75	75	75	75	75
絶縁処理液 (g)			球状	8	8	8	8
			磷酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	磷酸亜鉛 (2.00) KBM603(0.05) 水 (50.0)	磷酸 (2.00) MgO (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)	磷酸 (4.00) KBM603(0.05) 水 (50.0)	磷酸亜鉛 (2.00) Ca(NO ₃) ₂ (0.062) KBM603(0.05) 水 (50.0)
			Z	G	G	G	G
熱硬化性樹脂組成物							
成型圧力 (MPa)			600	600	600	600	600
硬化条件 (°C / h)			150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4
曲げ強度	初期	(kg/mm ² at 155°C)	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
		(kg/mm ² at 180°C)	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	155°C, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 155°C)	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
		(kg/mm ² at 180°C)	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
固有抵抗 (Ω・cm at 155°C)	初期		1	3.1	3.2	3.1	3.1
	155°C, 5000h 保持後		0.7	0.15	0.08	0.09	0.2
鉄損 (W/g at 155°C)	初期		30	30	30	30	30
	15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後		60	160	450	360	160

金属磁性粉末	種類		比較例2 アトマイズ鉄粉	比較例3 アトマイズ鉄粉	実施例40 アトマイズ鉄粉	実施例41 アトマイズ鉄粉	実施例42 アトマイズ鉄粉
	平均粒径(μm)	扁平度					
絶縁処理液 (g)	75	8	S-181 (10.0)	75	75	75	75
				8	8	8	8
熱硬化性樹脂組成物			G	G	J-1	J-2	J-3
成型圧力 (MPa)			600	600	600	600	600
硬化条件 (°C/h)	150/1+200/4+250/4		150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4
	曲げ強度	初期					
		(kg/mm ² at 155°C)					
		155°C, 5000h 保持後					
固有抵抗 (Ω·cm at 155°C)	8		0.04	0.07	0.7	0.7	0.1
	鉄損 (W/kg at 155°C)	初期					
		155°C, 5000h 保持後					
		(kg/mm ² at 180°C)					
鉄損 (W/kg at 155°C)	15		800	700	60	60	360
	初期	初期					
		15kHz, 0.5T, 155°C, 5000h 保持後					
		(kg/mm ² at 180°C)					

金属磁性粉末	種類	実施例43	実施例44	実施例45	実施例46	実施例47
		Fe-1%Si合金	Fe-1%Al合金	電解鉄粉	Fe-Si-Al合金粉	アトマイズ鉄粉+Fe-3%Si合金
	平均粒径(μm)	75	75	75		
絶縁処理液 (g)	扁平度	8	8	8		
	硝酸 (0.386)	硝酸 (0.386)	硝酸 (0.386)	硝酸 (0.386)	硝酸 (0.386)	硝酸 (0.386)
	ほう酸 (0.060)	ほう酸 (0.060)	ほう酸 (0.060)	ほう酸 (0.060)	ほう酸 (0.060)	ほう酸 (0.060)
熱硬化性樹脂組成物	MgO (0.062)	MgO (0.062)	MgO (0.062)	MgO (0.062)	MgO (0.062)	MgO (0.062)
	KBM603(0.05)	KBM603(0.05)	KBM603(0.05)	KBM603(0.05)	KBM603(0.05)	KBM603(0.05)
	水 (50.0)	水 (50.0)	水 (50.0)	水 (50.0)	水 (50.0)	水 (50.0)
成型圧力 (MPa)	G	G	G	G	G	G
	600	600	600	600	600	600
硬化条件 (°C/ h)	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4
	初期	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
	(kg/mm ² at 155°C)	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
曲げ強度	155°C, 5000h 保持後	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	初期	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
	(kg/mm ² at 180°C)	1	1	1	1	1
固有抵抗 (Ω-cm at 155°C)	155°C,5000h 保持後	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	初期	30	30	30	30	30
鉄損 (W/kg at 155°C)	15kHz,0.5T, 155°C,5000h 保持後	60	60	60	60	60
	初期					

金属磁性粉末	種類	実施例1	実施例48	実施例49	実施例50	実施例51
		アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉	アトマイズ鉄粉
絶縁処理液 (g)	平均粒径(μm)	75	75	75	75	75
	扁平度	8	8	8	8	8
熱硬化性樹脂組成物	絶縁処理液 (g)	燐酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	燐酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	燐酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	燐酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)	燐酸 (0.386) ほう酸 (0.060) MgO (0.062) KBM603 (0.05) 水 (50.0)
	熱硬化性樹脂組成物 (重量%)	A	A	A	A	A
成型圧力 (MPa)	熱硬化性樹脂組成物 (重量%)	3.0	3.5	2.6	2.3	2.0
	成型圧力 (MPa)	600	600	600	600	600
硬化条件 ($^{\circ}\text{C}/\text{h}$)	硬化条件 ($^{\circ}\text{C}/\text{h}$)	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4	150/1+200/4+250/4
	曲げ初期	(kg/mm ² at 155 $^{\circ}\text{C}$)	10.5	10.5	10.5	10.5
強度	初期	(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)	10.2	10.2	10.2	10.2
	155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 155 $^{\circ}\text{C}$)	10.0	10.0	10.0	10.0
固有抵抗 ($\Omega\text{-cm}$ at 155 $^{\circ}\text{C}$)	初期	(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)	9.9	9.9	9.9	9.9
	155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)	2.0	1.8	1.6	1.4
鉄損 (W/kg at 155 $^{\circ}\text{C}$)	初期	(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)	1.7	1.6	1.5	1.2
	155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)	20	23	23	25
鉄損 (W/kg at 155 $^{\circ}\text{C}$)	初期	(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)	30	32	35	39
	155 $^{\circ}\text{C}$, 5000h 保持後	(kg/mm ² at 180 $^{\circ}\text{C}$)	28	32	35	39

【0104】実施例1～5（表5に記載）から、耐熱性を有する無機被膜で金属磁性粉末を絶縁した後、ビスマレイミドとジアリルフェノールとを含有するF種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300 $^{\circ}\text{C}$ 以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心は、155 $^{\circ}\text{C}$ で5000時間保持した後も優れた機械特性、電気特性及び磁気特性を有していることが分かる。

【0105】実施例6～9及び比較例1（表6に記載）から、耐熱性を有する無機被膜で金属磁性粉末を絶縁し

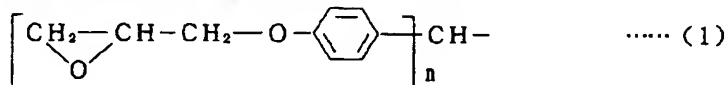
40 た後、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800MPaの圧力で加圧成型するとともに、300 $^{\circ}\text{C}$ 以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心は、155 $^{\circ}\text{C}$ で5000時間保持した後も優れた機械特性、電気特性、磁気特性を有しているが、加熱硬化温度が500 $^{\circ}\text{C}$ になると、機械特性や熱劣化後の電気特性及び磁気特性が低下することが分かる。

【0106】実施例6～17から、耐熱性を有する無機被膜で金属磁性粉末を絶縁した後、ビスマレイミドとジ

50 アミン類とを含有する、即ち、アミノマレイミド類を主

61

体とするF種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800 MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心は、155℃で5000時間保持した後でも優れた機械特性、電気特性及*



式中、nは3以上の整数である。

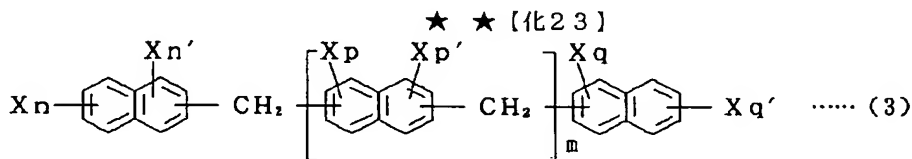
【0108】で表される多官能エポキシ樹脂を少なくとも含む、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800 MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心は、155℃で5000時間保持した後でも優れた機械特性、電気特性及*



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、mは1、2又は3である。

【0110】



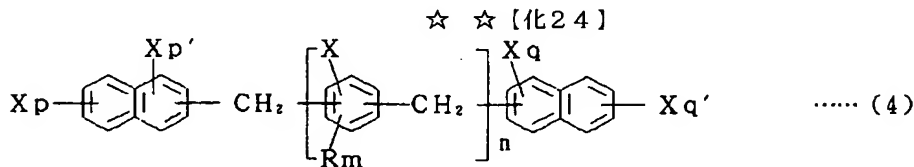
式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

n、n'、p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、n及びn'、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

nは0、1又は2である。

【0111】



式中、Xは $-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-$ 基 (2, 3-エポキシプロポキシ基) を示す。

Rは炭素数1～10のアルキル基を示す。mは0、1又は2であり、nは1、2又は3である。

p、p'、q、q'は0、1、2、3又は4である。

但し、p及びp'、q及びq'の両者が0になることはない。

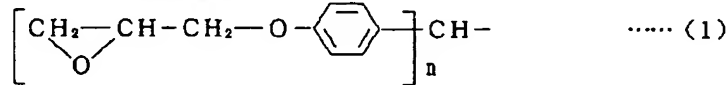
【0112】で表されるナフタレン骨格を有するエポキシ樹脂を少なくとも含む、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスによ

り100～800 MPaの圧力で加圧成型するとともに、300℃以下の温度で加熱硬化して得られる圧粉磁心は、155℃で5000時間保持した後でも優れた機

械特性、電気特性及び磁気特性を有していることが分かる。

【0113】実施例36～39から、耐熱性を有する無機絶縁被膜として磷酸亜鉛系や磷酸系のものを使用した場合、磷酸、酸化マグネシウム及び硼酸を含む混合液で処理して、P、Mg、B及びFeを必須成分とするガラス状絶縁皮膜を形成した場合に比べて、得られる圧粉磁心の特性が低いことが分かる。

【0114】比較例2及び3から、無機絶縁被膜として*



式中、nは3以上の整数である。

【0116】で表される多官能エポキシ樹脂と、(b) p-(2,3-エポキシプロポキシ)フェニル基を2個有する二官能性エポキシ樹脂との配合割合 (b)/(a) が重量比で1を超えると、155℃で5000時間保持した後の圧粉磁心の機械特性、電気特性及び磁気特性が低下する傾向にあることが分かる。

【0117】実施例43～47から、Fe-Si合金粉、Fe-Al合金粉、Fe-Si-Al合金粉又はそれらとアトマイズ鉄粉とを混合した金属磁性粉末も有用であることが分かる。実施例1及び48～51(表15に記載)から、無機絶縁処理した金属磁性粉末と、F種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物との配合比は、重量比で2.0～3.0が最適であることが分かる。

【0118】〔実施例52〕 回転機固定子及び回転機

図8に示すように、実施例1で作製した圧粉磁心を鉄心コア1とし、鉄心コア1の複数のスロット3内に収納される複数のコイル2と、この複数のコイル2と電気的に接続するための口出線4とを備えた回転機固定子を作製した。この固定子では、鉄心コアは、無機絶縁処理した金属磁性粉末とF種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物とを型に流し込み、粉末成型プレスで100～800MPaの圧力で加圧成型し、300℃以下の温度で加熱硬化して得られるため、珪素鋼板を打ち抜いて鉄心コアを作製する方法と比較して材料の無駄が少なく、経済上からも、産業廃棄物を減らす上からも好都合である。また、この固定子と回転子とを組み合わせ、図9に示すように回転機を作製した。この回転機は、固定子の鉄心コアの耐熱性が高いため、焼付き等の心配がない。

【0119】〔実施例53〕 変圧器の作製

図10に示すように、実施例1で作製した圧粉磁心を鉄心コア1とし、一次コイル7及び二次コイル6と組み合わせ、変圧器を製造した。この変圧器では、鉄心コア

*チタン系界面活性剤やジルコニウム系界面活性剤を使用した場合、155℃で5000時間保持した後の圧粉磁心の電気特性及び磁気特性が、初期に比べて大幅に低下していることが分かる。実施例40～42から、(a) p-(2,3-エポキシプロポキシ)フェニル基を3個以上含む、下記一般式(1)

【0115】

【化25】

は、無機絶縁処理した金属磁性粉末とF種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物とを型に流し込み、粉末成型プレスで100～800MPaの圧力で加圧成型し、300℃以下の温度で加熱硬化して得られるため、珪素鋼板を打ち抜いて鉄心コアを作製する方法と比較して材料の無駄が少なく、経済上からも、産業廃棄物を減らす上からも好都合である。また、この変圧器は耐熱性の高い鉄心コアを用いるため、焼付き等の心配がない。

【0120】〔実施例54〕 リアクトルの作製-1

図11に示すように、実施例1で作製した圧粉磁心を鉄心コア1とし、熱伝導率が2～4W/Kmのモールドでコイルをモールドしたレジンモールドコイル8を用いてリアクトルを作製した。従来の圧粉磁心をコアとした鉄心及びモールドコイルからなるリアクトルは、運転中に鉄心コアの温度が上昇しないように冷却ファンを取付け、更に直接水冷する必要があったが、本リアクトルは耐熱性に優れた鉄心コアを使用しているため、水冷等する必要がない。

【0121】〔実施例55〕 リアクトルの作製-2

図12に示すように、実施例1で作製した圧粉磁心を鉄心コア1とし、熱伝導率が2～4W/Kmのモールドでコイルをモールドしたモールドコイル8を用いるとともに、熱放散性を向上させるために、鉄心コア1とモールドコイル8との間に熱伝導率が0.2～4W/Kmの絶縁物を充填したリアクトルを作製した。従来の圧粉磁心をコアとした鉄心及びモールドコイルからなるリアクトルは、運転中に鉄心コアの温度が上昇しないように冷却ファンを取付け、更に直接水冷する必要があったが、本リアクトルは耐熱性に優れた鉄心コアを使用しているため、水冷等する必要がない。このリアクトルは、250Aで150μH以上のインダクタンスを有し、その値は10kHz～400kHzにおいてほとんど変化しなかった。

【0122】

【発明の効果】本発明によれば、耐熱性を有する無機絶

縁層で被覆した金属磁性粉末にF種以上の耐熱性を有する熱硬化性樹脂組成物を添加、混合し、粉末成型プレスにより100～800MPaで加圧成型するとともに、300℃以下で加熱硬化して圧粉磁心を作製しているため、155℃に5000時間保持した後も、圧粉磁心は金属磁性粉末粒子相互の絶縁を維持でき、0.1～10Ωcmの固有抵抗を示し、金属磁性粉末同志の接触による渦電流損の増大を抑制できる。この圧粉磁心を鉄心としたリアクトルは、水冷等の冷却を施さなくても使用できるという利点があり、また、圧粉磁心を珪素鋼板の代りに使うと、打ち抜き等をする必要がないため、材料が無駄にならないという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の圧粉磁心の曲げ強度の温度依存性を示すグラフである。

【図2】本発明の圧粉磁心を155℃の温度に所定時間保持したときの155℃における曲げ強度の経時変化を示すグラフである。

【図3】固有抵抗測定用試験片の形状を示す図である。

【図4】鉄損測定用試験片の形状を示す図である。

【図5】本発明の圧粉磁心の固有抵抗の温度依存性を示すグラフである。

【図6】本発明の圧粉磁心を155℃の温度に所定時間保持したときの155℃における固有抵抗の経時変化を示すグラフである。

【図7】本発明の圧粉磁心を15kHz、155℃に所定時間保持したときの155℃における鉄損の経時変化を示すグラフである。

【図8】本発明の圧粉磁心を鉄心コアとした回転機固定子の一例を示す図である。

【図9】本発明の圧粉磁心を鉄心コアとした固定子を用いた回転機の一部を示す図である。

【図10】本発明の圧粉磁心を鉄心コアとした変圧器の一部を示す図である。

【図11】本発明の圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトルの一例を示す図である。

【図12】本発明の圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトルの他の例を示す図である。

【図13】本発明の圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトルを用いた半導体スイッチの回路構成の一例を示す図で*

ある。

【図14】本発明の圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトルを用いた半導体スイッチの実装構成の一例を示す図である。

【図15】本発明の圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトルを用いた半導体スイッチの冷却方式の一例を示す図である。

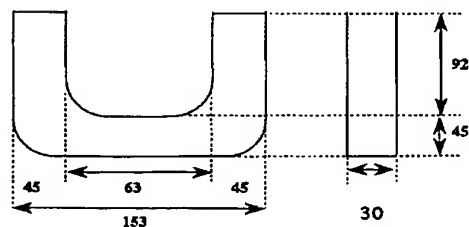
【図16】本発明の圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトルを使用した半導体スイッチを用いた直流送電バルブの一例を示す図である。

【図17】本発明の圧粉磁心を鉄心コアとしたリアクトルを使用した半導体スイッチを用いた電力変換装置の一例を示す図である。

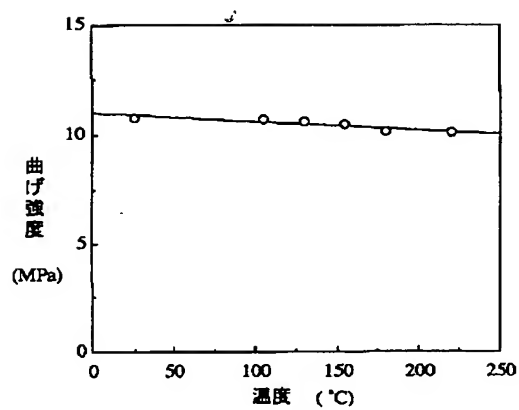
【符号の説明】

- 1：鉄心コア
- 2：コイル
- 3：スロット
- 4：口出線
- 5：回転子
- 6：二次コイル
- 7：一次コイル
- 8：レジンモールドコイル
- 9：高熱伝導性充填物
- 101, 102, 103, ..., 10n：サイリスタ素子
- 11, 12：リアクトル
- 131, 132, 133, ..., 13n：抵抗器
- 141, 142, 143, ..., 14n：コンデンサ
- 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157：冷却フィン
- 161, 162, 163, ..., 16n：半導体スイッチ
- 17：水パイプ
- 18：絶縁柱
- 19：電力変換装置
- 20：交流系統
- 21：直流系統
- 221, 222, 223, 224, 225, 226：バルブ

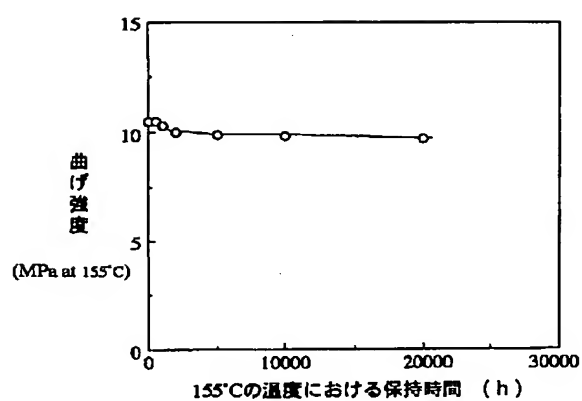
【図4】



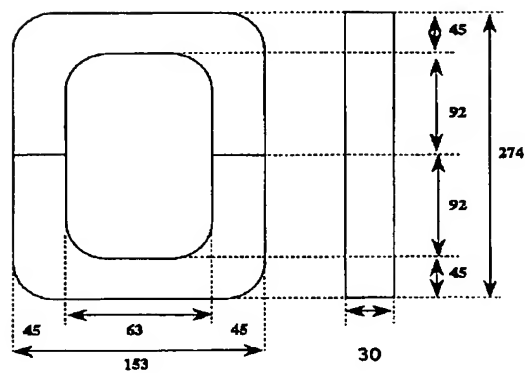
【図1】



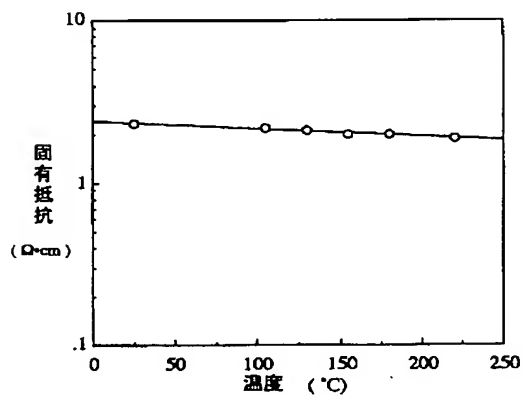
【図2】



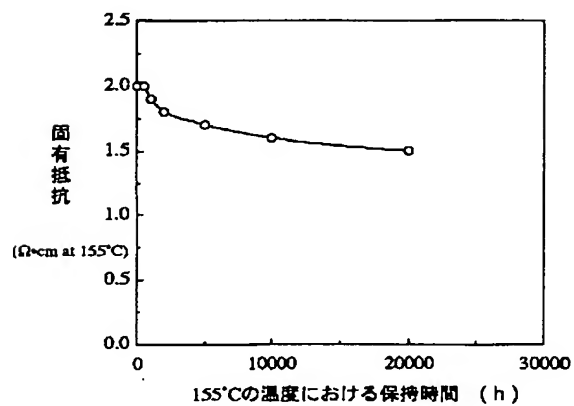
【図3】



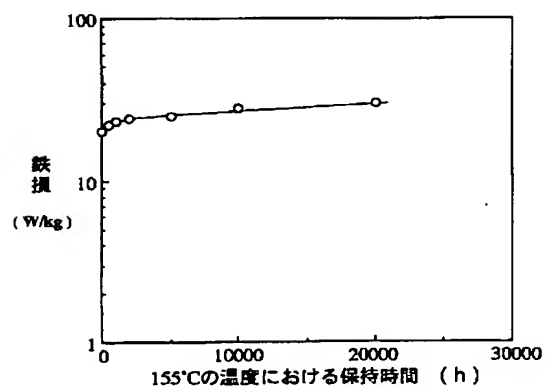
【図5】



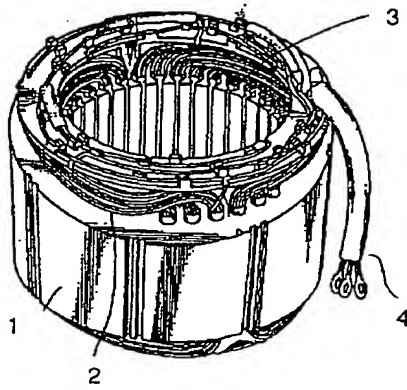
【図6】



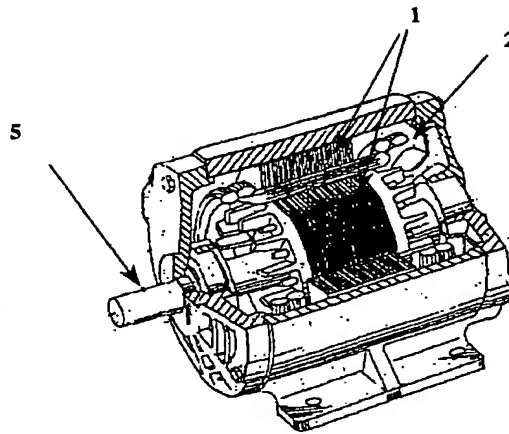
【図7】



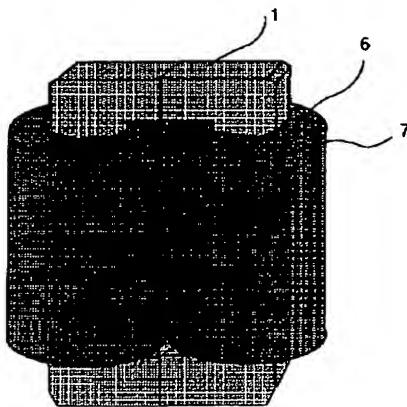
【図8】



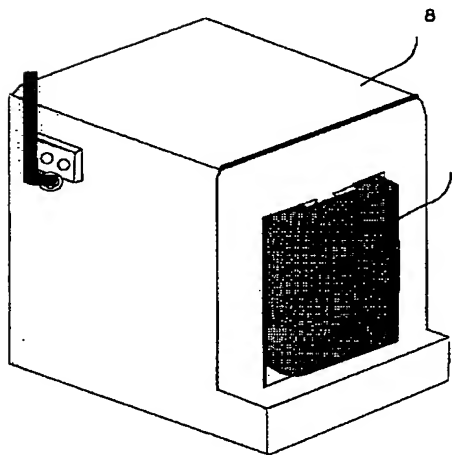
【図9】



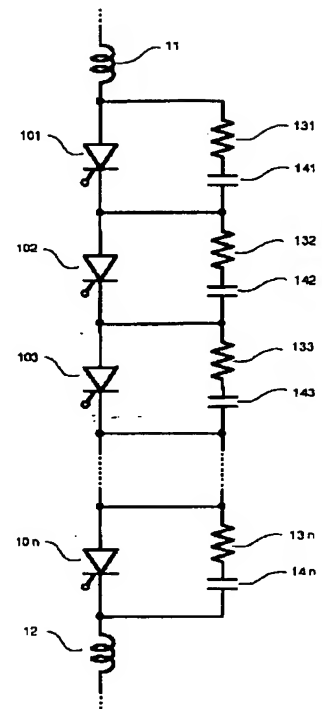
【図10】



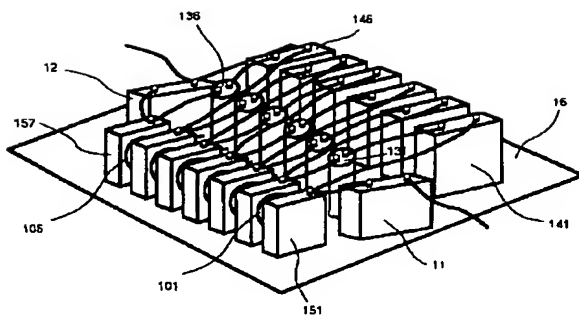
【図11】



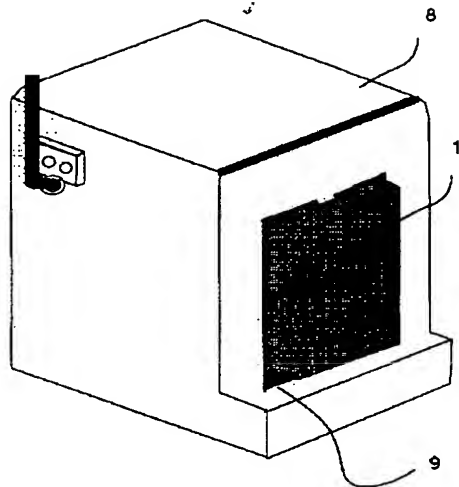
【図13】



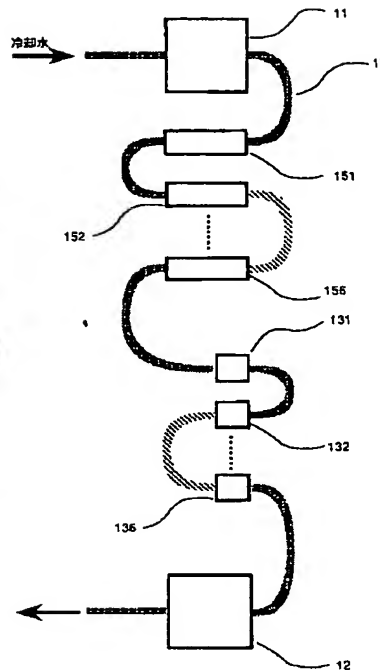
【図14】



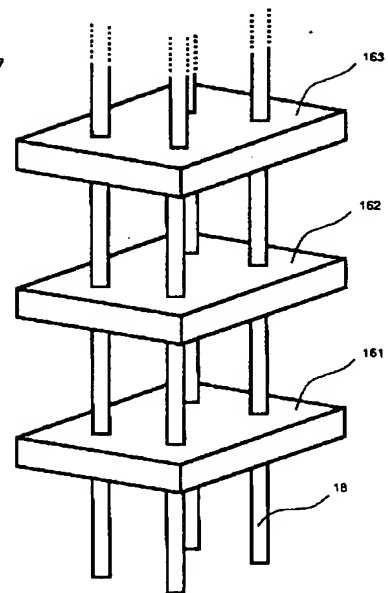
【図12】



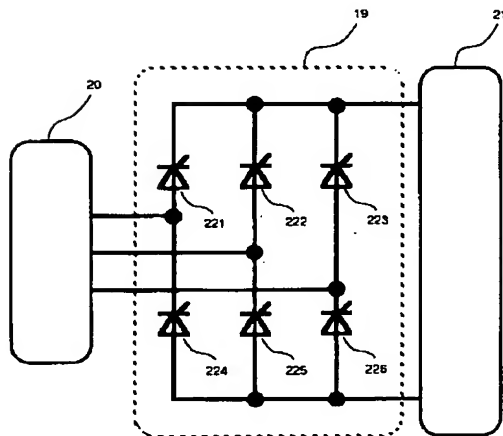
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 後藤 和夫
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 田中 主税
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 浅香 一夫
千葉県松戸市稔台520番地 日立粉末冶金
株式会社内

(72)発明者 宮尾 博
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株
式会社日立製作所電力・電機開発本部内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.